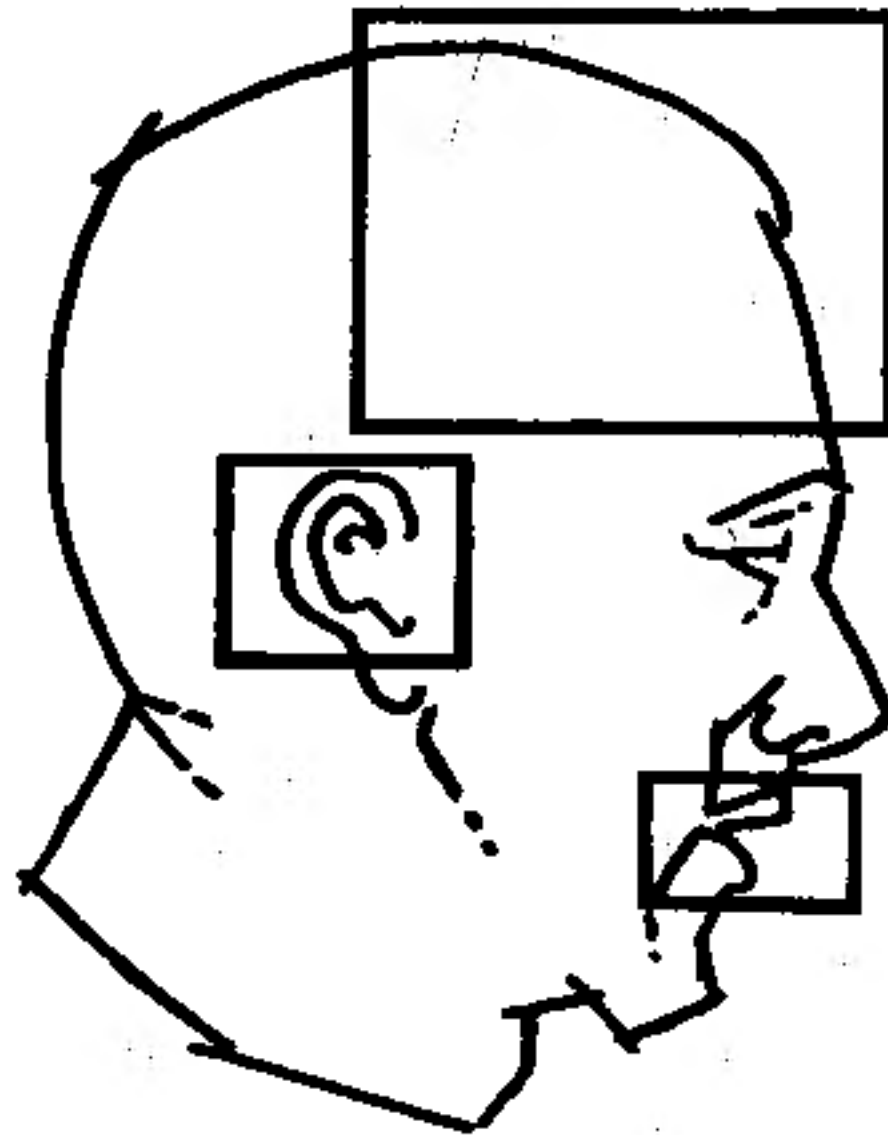


أساسيات علم الكلام



أساسيات علم الكلام



دار الفكر في المربى

بيروت - لبنان ص.ب - ١١/٦٩١٨

حلب - سوريا - ص.ب ٤١٥

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.



Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or footer.

أساسيات علم الكلام

تأليف

الدكتورة

كاثرين . س . هاريس
قسم الكلام وعلوم والسمع
مدرسة الخريجين
جامعة مدينة نيويورك، نيويورك
ومختبرات هاسكتز
نيوهيفن، كونيكيت

الدكتورة

جلوريا ج . بوردن
قسم الكلام، جامعات
تيمبل، فيلادلفيا، بنسلفانيا
ومختبرات هاسكتز
نيوهيفن، كونيكيت

ترجمة

الدكتور

محيي الدين حميدي



Williams & Wilkins

1 March 1990

Dr. M.A. Hameidi
P.O. Box 1316 3
Al-Fatah University
Tripoli Libya

Dear Dr. Hameidi:

Thank you for your February 5th letter expressing interest in translating into Arabic Borden & Harvie: SPEECH SCIENCE PRIMER.

You have our permission to do so. However, you mention that the books will be published by the Arab Development Institute. It will be necessary for us to sign an agreement with them covering the translation and separately I will contact them with our standard agreement.

I am enclosing our complete catalog. We do have an extensive speech and hearing list and it may be that you would be interested in some of our other publications either for use in English or in translation into Arabic.

Sincerely yours,

Carolyn T. Davidson
CAROLYN T. DAVIDSON, President
International Division

CTD/wps/301

الأمجاد

إلى كل من روى بدمه الطاهر ثرى الوطن دفاعاً عن
المقدسات
إلى شهداء الانتفاضة الفلسطينية والجنوب اللبناني .
أهدي هذا الكتاب

توطئه

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين محمد عليه الصلاة والسلام. أما بعد: فقد تطور علم اللسانيات - بكل فروعها - في العقود الثلاثة الماضية تطوراً سريعاً، وأصبحت مناهج اللغويات وعلم الكلام تدرّس على نحو مكثف في معظم جامعات العالم. واستفادت النظرية اللغوية الحديثة من التطورات والتقنيات العلمية المتطورة في علم الحاسوب، والمنطق، والفيزياء وغيرها، حيث بدأنا نسمع بل ونرى نظريات واضحة المعالم تنسجم بالصيغة الرياضية العلمية ممثلة في نظرية النحو عند تشومسكي، وأخرى في مجال الترجمة الآلية.

ولا شك في أن علم الكلام قد أفاد على نحو مباشر من التطورات العلمية الحاصلة إذ بدأت منذ الخمسينيات دراسة الصوت الكلامي، وأعضاء النطق، وفيزياء الكلام، ضمن منظور علمي بحث. واستمرت الجهود خلال السنوات الماضية حتى بلغت درجة متقدمة في فهم طبيعة الكلام وإدراكه من مصدره إلى مقره ضمن منظور علمي صرف.

وعلى الرغم من أن العرب قد أسهموا في هذا المجال على نحو واسع أيام النهضة العلمية العربية - الإسلامية، لا تزال الدراسات اللغوية العربية الحديثة في علم الكلام متأخرة نسبياً وتفتقر إلى الدليل العلمي المحض، واستخدام الأدوات والأجهزة العلمية التي يستفاد منها الآن في دراسة علم الكلام في الجامعات العالمية، ومن ثم بدا لي أنه من المفيد أن ينقل أحد المراجع الهامة في هذا الميدان إلى لغتنا العربية وهو «أساسيات علم الكلام» الذي كان في طليعة مراجعي عندما كنت أعدّ دراستي لنيل درجة الماجستير في الصوتيات واللغويات في بريطانيا عام 1984. وقد

أضفت إليه فصلاً متواضعاً حول إصدار الأصوات الكلامية العربية كي يكتمل الكتاب بالنسبة للقارئ العربي. ولا أجد هنا أية ضرورة للحديث عن الكتاب، إذ يمكن لمن يرغب في نبذة مختصرة أن يقرأ تقديم المؤلفين والمحتوى.

ويمكن القول، بحمل الجملة، إن العربية تفتقر إلى معجم يجمع شتات المصطلحات اللغوية العلمية الحديثة، ولا شك في أن المسؤولية هنا جماعية، وإن كان اللغويون العرب المحدثون يتحملون القسط الأهم من جربة هذا التقصير في هذا الميدان، كما تتحمل ذلك المؤسسات العلمية العربية ودور النشر. ومهما يكن فإن المعاجم المتوافرة التي اعتمدت عليها في الترجمة هي:

١ - معجم المصطلحات اللغوية الحديثة في اللغة العربية. د. محمد رشاد الحمزاوي، الدار التونسية للنشر عام 1987.

٢ - معجم المصطلحات اللغوية، دار لبنان، عام 1986.

٣ - المورد، منير البعلبكي، دار العلم للملايين، 1989.

٤ - معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1982.

٥ - معجم المصطلحات العلمية والتقنية والهندسية، دار لبنان، الطبعة السادسة.

٦ - أطلس تشريح جسم الإنسان، د. عبد الرزاق العبيدي، جامعة بغداد، 1980.

٧ - معجم المصطلحات اللغوية، د. زمزي البعلبكي، دار العلم للملايين، 1990.

وبعد التدقيق والتحصيص، اعتمدت معظم المصطلحات التي اعتمدتها هذه المعاجم. لكنني أثرت ترجمة المصطلحات اللغوية الآتية وفق ما يقابلها على هذا النحو:

جهر : Voice.

صوت مجهور : Voiced sound.

صوت غير مجهور : Voiceless Sound.

واحتفظت بمصطلح «المهموس» للدلالة على «Aspirated sound» في اللغة الانجليزية فنقول:

«صوت مهموس» Aspirated sound كما في [K^ha:] في car.

صوت غير مهموس: unaspirated sound كما في [p] في spoon [sp^u:n].

أصوات الوقف: stops.

الأصوات الاحتكاكية: Fricatives.

أصوات الوقف - الاحتكاكية: «Affricates» لأنها تتألف، في واقع الحال، من صوت وقف بتحرير صوت احتكاكي، وبجئنا هذا المصطلح إضافة لمصطلح جديد كما فعل الحمزاوي، حيث سماها «شديدة - رخوة». وأمل من توافرت لديه الخبرة والدراية أن يصحح، ويقترح، ويضيف في محاولة لتشذيب المصطلح اللغوي العربي وصقله. وينتهي الكتاب بقائمة تتضمن معظم المصطلحات المستخدمة في علم الكلام نقلتها إلى العربية بتمامها.

وفي الختام أود أن أشكر كل من ساهم في إخراج هذا العمل إلى حيز الوجود وأخص بالشكر شركة Williams & Wilkins التي منحتني الإذن بالترجمة، والدكتور عيسى العاكوب الذي راجع النص لغوياً.

آمل أن يسد هذا الكتاب، بالإضافة إلى الكتاب الأول الذي نقلته إلى العربية وعنوانه «المنظومة الكلامية»، ونشره معهد الإنماء العربي بعض الخلل في بناء مكتبة عربية تلم بتقنيات علم الكلام الحديث خاصة، واللغويات الحديثة عامة.

والله الموفق

عبي الدين حميدي

تقديم

إن الباحث على كتابة هذا النص سُدَّ الحاجة إلى كتاب شامل ولكنه أساسي حول علم الكلام* . لقد واجهتنا معضلة عدم وجود نص يفي بالغرض لطلبة المرحلة الجامعية الأولى أو لطلبة الدراسات العليا في اختصاص «علم الكلام»، والحق أن هناك عدة كتب يمكن أن تفي بالغرض، لكن كلاً منها كان إما متقدماً للغاية أو ضيقاً في مجاله ومنظوره؟ ومن ثم تمثلت الحاجة في نص سهل الفهم ويحتوي على معلومات بشأن إصدار الكلام، والسمعيات وإدراك الكلام.

وغالباً ما ركزت مناهج علم الكلام في الخمسينيات على إصدار الكلام، والسمع، وكان المحتوى منصباً أساساً على التشریح وعلم وظائف الأعضاء. وفي الستينيات، أضيفت دراسة سمعيات الكلام إلى العديد من المناهج. أما الآن فإن المناهج الأكثر تقدماً وشمولاً تنطوي على إدراك الكلام أيضاً. وهكذا تغطي عملية التخاطب من التكلم إلى الاستمع بتمامها، ونجد في معظم الأقسام المتخصصة بدراسات الكلام منهجاً يتبع مناطق الإدراك، واللغة والذاكرة، وتبقى دراسة إصدار الإشارة الكلامية وإدراكها من اختصاص علم الكلام، مما يسمح ببعض التشابك أو التداخل. ولا يوجد هناك أي نص متوافر يغطي هذا المنهج الواسع من علم الكلام في صورة مبسطة.

إن الجمهور الأساسي الذي يتوجه إليه هذا النص هم طلبة علم الكلام وعلمه وعلم السمع، لكن المعلومات المقدمة على قدر من الأهمية لطلبة الطب، وعلم النفس، والتربية واللغويات، وعلى نحو أعمق، تغطي هذه المعلومات أو تبحث

* يجدر التنبيه على أن المراد بعلم الكلام هنا، وفيما يأتي في تفاصيل الدراسة، هو الدراسة العلمية لإنتاج الكلام. وليس «علم الكلام» المنطقي الذي يعتمد الجدل والنقاش مما عرفته الثقافة العربية وشاع في عشرات الاعتزال خاصة. «المترجم»

في مظاهر وحواس متعددة من المواد التي يناقشها هذا النص، وربما كان مثل هؤلاء القراء مهتمين بمعالجة شاملة وافية **وهذا الكتاب** أولى على نحو واضح، لكنه يمكن أن يكون نصاً لطلبة دراما عليا لم يتمكنوا من منهج في علم الكلام في مرحلتهم الجامعية الأولى. أما طلبة علل الكلام وعلوم السمع الذين شذبههم مساعدة أولئك الذين يعانون من اضطرابات تخاطبية (صعوبات في الاتصال مع الآخرين) فيسجدون المعلومات المقدمة غير كافية بشأن العمليات التخاطبية العادية التي يجب أن تدار بها طرق العلاج التخاطبية ووسائلها. وبما أننا نتدرج في التعلم، من خلال البحث، حول العمليات العادية المحسنة في الكلام فإن الدراسة المتواصلة لعلم الكلام ستساعد في سد هذه الحاجة.

إن علم الكلام، من حيث هو علم مستقل، حديث التطور على الرغم من أن بعض جوانبه ومظاهره تاريخاً طويلاً. فالسمعية تقع منذ زمن بعيد ضمن علوم الفيزياء والهندسة. سيما يمثل علم أعصاب الكلام خطراً من عدم العناية ومثل إدراك الكلام عملاً لكل من علم وظائف الأعصاب وعلم النفس الحي، سيما يقع علم انماح الكلام وعلاقته باللغة ضمن دراسة اللغويات. ويحاول هذا الكتاب جمع هذه المظاهر جميعاً وتوحيدها.

وعندما نشرع في منهج دراسي نقدم إلى الموضوع عادة نلطف من خلال فراءات ومحاضرات أولية ممتدة، وبعد الانتهاء من محتوى المنهج الأساسي نبدأ من نهاية فصل لدراسي ملاحظات استجابة ومناقشات ونسؤالات مبره. ويشبه هذا إلى حد مسرحة تقليدية، حيث ينظم المؤلف خشبة المسرح، ويكشف عن المسرحية، ويعددها بحل العقدة المسرحية. وتنعكس أحكام فصول هذا الكتاب النسبية مثل هذا الترتيب، حيث تعالج الفصول الثلاثة الوسطى الثالث، والرابع، والخامس السمعية، وصدار الكلام، وإدراك الكلام وهذه هي المادة الأساسية للمنهج يصع الفصل الأول الكلام في الإطار الأكبر والأشمل للغة. ويتناول الفصل الثاني عمليات من تاريخ علم الكلام من خلال الوصف الذي قدمه عدة رواد في السمعية، والصوتيات، وعمل الكلام، وهندسة الكلام وإدراك الكلام ولا بشكل العلماء الذين احترسهم سوى أمثلة عن نوع أساليب البحث التي اتبعها من عمل في هذا الحقل وبعد أن

فدما للموضوع وتكلما على حرة يسير من تاريخه، ألحقا الفصلين الأولين بموضوع
الكتاب الأساسي

إن الحقيقة السمعية للكلام أدت إلى دراسة الصوت بوصفه شرطاً قلبياً لفهم
إصدار الأصوات الكلامية وإدراكها ويرسي الفصل الثالث، حول السمعية،
الأسس التي سيت عليها المادة الحقيقية لعلم الكلام في الفصين الرابع والخامس
يصف «إصدار الكلام» «دسيميكة» الكلام مركزاً على بناء الأعصاء بدلاً من سماتها
التشريحية، وقد قما بمحاولة جادة لوحيد وطائف الأعصاء مع السمعات؛ لأنما
اكتشفا أن أصل وسية لسدر «فيربونوجيا» إصدار الكلام تحقق عندما تربط آلات
إصدار الكلام بالمخرج السمعي ربطاً محكماً

يعرض الفصل الخامس، الذي يدور حول «إدراك الكلام»، قصة عمل الأدن
متوعة مناقشة حول الدلائل السمعية التي ستخدمها المسمعون وبعض النتائج
المحرية التي تلمح إلى المقدرة التي يمكن أن يستخدمها المستمعون في فك الرمور
الكلامية

يشدد الفصل السادس، وهو حول أجهزة اسحث، على الأدوات المتوافرة عادة
في محار الكليات الصغيرة، لأنها هي التي يمكن أن يستخدمها، أو قد استخدمها،
الطلة في بحوثهم وذكرت أيضاً بعض الأجهزة المتوافرة في محار علم الكلام
الكيرة، حتى تكون لدى الطالب معرفة بسيطة هذه الأجهزة عندما تظهر في الدوريات
المنحصصة

يمكن القول أخيراً، أنه لا يمكن لص شامل بشأن الكلام أن يعمل أو يحدف
شؤه وتطوره وبي النظريات التي تدور في فلك هذا الموضوع في الفصل السابع
شيء من الدليل التجريبي الحدث في محاولة إعادة بناء ما لا يمكن التأكد من صحته
مباشرة، لكنه يظل موضوعاً شيراً حقاً

وهكذا بشكل الفصلان السادس والسابع حل عقدة النص، حيث يؤدي
الفصل السابع هذا العرض خاصة لأن مناقشة شؤه الكلام لا تصع الكلام ثانية في
إطار أكر فحسب، بل تتطلب معرفة بعض علم وطائف الأعصاب وبوطيفة «المصدر
المصفاة» للمجرى الصوتي وتلك مواضيع نوقشت في الفصلين الرابع والخامس

ولأن الكتاب يعدّ مقدمة لكم كبير من المعلومات، لا يقتصِرُ أما أنينا على كل موضوع مهمّ، ولا حتى إنا عالِنا المواضيع بعمق كبير ونحتم قائمة المراجع كل فصل، محاولة لتشجيع الطالب على متابعة كل موضوع بعمق وملء المحتويات الضرورية في معلوماته ويمكن اتخاذ النص، كما هو، مقررًا دراسيًا في المرحلة الجامعية الأولى؛ ويمكن إضافة العديد من المراجع بوصفها قراءات ضرورية إن هو اعتمد مقررًا دراسيًا في الدراسات العليا

جلوريا ج بوردن
كاترين س هارس

الفصل الأول

الكلام، واللغة، والفكر

ويا شجرة الكستناء، يا شجرة زهر عميقة الحذور
هل أنت الورق، أم الزهر أم الساق
أيها الجسم المتمايل مع الموسيقى، أيها اللحن الوضاء
كيف نعرف الراقص من الرقص

هذا الكتاب مهتمٌ بالكلام، وهو ليس كتاباً حول اللغة أو الفكر، لكننا نودّ مناقشة الكلام ضمن سياقه قبل أن نناقشه منفصلاً على نحو عشوائي بعيداً عن مصدره الأساسي. إن دراسة الكلام دون الاعتراف بمصدره العقلي تشبه تماماً دراسة الألعاب المستخدمة في صناعة الخمرة دون أي ذكرٍ لكروم العنب. فالكلام، أيضاً، شكل واحد من أشكال اللغات المتعددة. دراسة الكلام دون ذكر اللغة على غرار دراسة نوع واحد من العنب دون الاعتراف بوجود الأنواع الأخرى في صناعة الخمرة.

ويقول نداء إن الكلام مجرد وسيلة من وسائل الاتصال. فعلى سبيل المثال، تقوم أنثى القرود بوقف طيعة جسيماً وربما كانت وقفة داعية إلى ممارسة الجنس لتعبّر عن حقيقة رعبها في ممارسة الجنس مع قرود ذكر. بينما يعرّ كلب وقف شعر رقبته، وهو يهرّ على متطفلٍ، عن تصحيجه على منع أي مريدٍ من التدخل أو التطفل. وتعرض مملكة الحيوانات أمثلة لا حصر لها لإشارات تعبر عن حالات مختلفة ومتعددة، ضمن الأجسام الحيوانية وفيما بينها ونحن البشر، وحدنا، نستخدم عدة وسائل

للاتصال فنحن نؤثر للآخرين بوساطة الأعلام الملوحة، ومن خلال رمز «المورس» وبوساطة البث التلفزيوني والإذاعي، ورفع حواجب عيبيا، وكتابة عمود في جريدة، ومن خلال العناء، ووضع الأيدي فوق الورك، وحلف الأيمان، ورسم صورة، ومد ألسنتنا، ومن خلال القيل، والخجل، والوجل واحمرار الخدين، ومن خلال الرقص، وقذف صحر في الهواء، وأخيراً، نحن نتكلم أيضاً إنا نتكلم في بيوتنا، وفي العمل، وفي المدرسة وأثناء اللعب، ~~مع أطفالنا~~ مع أطفالنا، ومع حيواناتنا الأليفة، ومع أنفسنا أيضاً فما الكلام؟ كيف يمكن ربطه باللغة والفكر؟ هل أتيحت لك الفرصة وعرفت إساناً ~~أطفالنا~~ من عطف في الدماغ، ككاتب لإعطاء الكلام، فقد تكون لاحظت أن تعدد الطق قد رافقه بعض الأثر بشأن اللغة وبعض مظاهر التمكبر أيضاً تتصل الكلام واللغة والصكر غنياً ببعض اتصالاً وثيقاً، لكنه يمكن عزل كل منها عن الآخر لأنها تختلف فيما بينها في النوع.

Speech

الكلام

لو كنت في بلد أجنبي، وسمعت كل الناس الذين يحيطون بك وهم يتكلمون لغة لا تفهمها، وخاصة لغة لا تمت إلى لغتك بأية صلة، لأحسست بانقطاع دي وجهين.

الوجه الأول: تبدو اللغة المحكية مثل لحظات طويلة من جدول من الأصوات المركبة الدائمة التغير من دون أية فواصل ولن توحد لديك أية وسيلة لمعرفة نهاية كلمة وبداية التي تليها.

الوجه الثاني يبدو هذا اللسان العريب صعباً للغاية ويبدو المتكلمون كأهم يتكلمون على نحو أسرع بكثير من متكلمي لغتك، ومع ذلك، يكون الأطفال قادرين على تعلم ذلك بساطة وسهولة فكم هم أذكاء يا ترى؟

يمثل هذان الانطباعان عن اللسان الأجنبي وصفاً دقيقاً للكلام، أكثر من كونها انطباعين يمتلكهما بشأن كلامنا نحن أنفسنا إذ نتصور مقدرتنا على كلامنا شيئاً لا يحتاج إلى نقاش ويبدو كلامنا بسيطاً، لكن الأصوات تتغير بسرعة، ويتطلب ذلك براعة

نظرية مركبة ومعقدة من قبل المتكلم وليست هذه سهلة ومع ذلك ينجزها الأطفال على نحو جيد في غضون السنوات الثلاث أو الأربع الأولى من العمر. وعلى الرغم من أن بعض الأطفال يلاقون هيباً بعد صعوبة في تعلم القراءة، لكن للأطفال العاديين جميعاً يتعلمون الكلام ويتطورون لغة من خلال سماع كلام الآخرين. الكلام شيء سماعي؛ يمكن وصفه من خلال جهازه، وطبقته وقوته الزمنية. إنه صوت مليء بالمعنى ممتد على محور الزمن. وما الكلام إلا إحدى الطرائق التي نستخدم فيها لغتنا، حيث نكتب، ونقرأ، وستمع للآخرين، وهم يتكلمون أيضاً.

Language

اللغة

طبيعي أن نبحث أحياناً في فهم الكلام الغريب في لغة غير معروفة، لدينا، هو أننا، رغم قدرتنا على سماع الكلام، لا نفهم الكلمات، والأصوات وقواعد اللغة، وتمثل لغة ما نظام اتصال محكم القواعد والقوانين مؤلفاً من عناصر حافلة بالمعنى ويمكن تركيبها بطرائق عدة لإنتاج جمل، العديد منها جديد. وتسمح لنا معرفتنا بالإنكليزية بقول الآتي وفهمه على أنه نثر إنجليزي:

It is hot as Hades this afternoon.

والها حارة كالجحيم هذه الظهيرة.

لا يوجد هناك أدنى شك في أن هذه الجملة قد قيلت عدة مرات من قبل بسبب حمول الدماغ، لكن لغتنا تسمح لنا أيضاً بقول شيء جديد تماماً وفهمه، شيء لم يسبق له أن يسمعه من قبل، كالشاهد الآتي من قصة توم روبنز (Tom Robbins)

In any case, and whichever the ever, upon a sweaty but otherwise nondescript afternoon, in early August 1960, an afternoon squeezed out of Mickey's mousy snout, an afternoon carved from mashed potatoes and lye, an afternoon scraped out of the dog-dish of meteorology, an afternoon that could lull a monster to sleep, an afternoon that normally might have produced nothing more significant than diaper rash, Sissy Hankshaw stepped from a busted-jaw curbstone on Hull Street in South Richmond and attempted to hitchhike an ambulance.

Tom Robbins, *Even cowgirls Get the Blues*, Houghton Mifflin Co., 1976, P 84.

إننا نفهم هذه الجملة على الرغم من أنها من خيال روبرت نيس، وإننا نفهمها لأننا نشاطر المؤلف معرفة قواعد اللغة. ونتمكننا قواعد علم المعاني والدلالات من ربط الكلمات والعبارات بالمعاني. إننا نمتلك مع المؤلف فهماً عاماً مشتركاً حول «Diaper» «rush»، ونتمكننا قواعد البناء والترتيب من اعتلاك توقعات عامة مشتركة حول ترتيب الكلمات. لقد تركنا المؤلف، من حيث نحن قراء، نتظر حتى ظهور فاعل الجملة «Sissy Hankshaw». وعندما وصل الفعل «stopped»، فإننا فهمنا المتبادل للقواعد «المونولوجية» يفرض أنه يجب على الفعل أن ينتهي بـ (ed) كي يوافق الأفعال السابقة في حالة الماضي في الجملة. إن روبر وقراءه يعرفون القواعد نفسها، أي إنهم مشتركون في اللغة نفسها. ويمكن لمستخدمي اللغة أن يكونوا مدعين وأن يوحّدوا حملاً لم تسمع من قبل.

اللغة غير الكلام، فهي شيء، غير ملموس، إنها معرفة نظام اتصال حلقى، وتلك المعرفة هي في العقل. كيف تتصل اللغة بالكلام؟ يسّمي ناخوم تشومسكي (Noam Chomsky)، من معهد ماسوشوستس التقني، هذه المعرفة بشأن اللغة بـ «الكفاءة اللغوية»، ويميزها عن «الأداء اللغوي» والكلام هو تحويل اللغة إلى صوت. وهناك العديد من اللغات بالإضافة إلى لغة أعضاء النطق هناك اللغات الإيمائية: منها لغة الإشارات الأمريكية (Ameslan) التي يستخدمها الصم على سبيل المثال.

تختلف قواعد بناء لغة الإشارات الأمريكية وتركيبها عن اللغة الانجليزية. فغالباً ما يقرر التسلسل التاريخي للحوادث أو النبر ترتيب الكلمات، فعلى سبيل المثال، يفضل من يستخدم الـ (Ameslan) أن يؤشر على النحو التالي: «sun this morning. I saw beautiful» «الشمس هذا الصباح، رأيته جميلة» بدلاً من «It was a beautiful sun I saw this morning» «كانت شمساً جميلة شاهدتها هذا الصباح». وإن أريد تأكيد كلمة السينما في: «I like the movies»، «أحب السينما»، فيقوم مستخدم لغة الإشارات الأمريكية بالترتيب الآتي:

«movies I like»، «السينما أنا أحب». وتختلف القواعد الخاصة بالمعنى على نحو كامل. طعماً؛ لأن مستخدم لغة الإشارات الأمريكية يربط المعاني بإشارات يصفها

بالوجه واليدين والذراعين. حيث أن شكل الإشارة، وحركتها، وكيفية تعبيرها، ومكانها بالنسبة لباقي أعضاء الجسم تكون ذات معنى. وهذا، مرة أخرى، يمكن تسمية معرفة النظام أو المقدرة، «باللغة» هنا، مقارنة باستخدامها الذي يسميه الأداء. ومثلما هي الحال في الكلام، يكون الأداء عبارة عن مقدرة المستخدم. يُدّل على الإشارات، أحياناً، بطريقة سريعة وغير كاملة. وإنّ مقدرة المستخدم تبقى ثابتة رغم ارتكاب الأخطاء، فغالباً ما يستخدم أثناء الكلام أقساماً من جمل، بدلاً من جمل كاملة. ونفكر عادة بشيء آخر في منتصف الجملة، وبدأ جملة جديدة قبل أن نهي الجملة الأولى. ومع ذلك، فإنه عندما يطلب الأستاذ: «ضع سؤالك في جملة كاملة» فإن الطالب يعرف كيف يفعل ذلك. إذ إنه يعرف اللغة على الرغم من أنه نادراً ما تعكس هذه اللغة أو تلك كاملة أثناء الكلام. كيف ترتبط هذه المعرفة اللغوية بالمكر؟

Thought

الفكر

يمكن تعريف المكر بأنه تجسيد داخلي للتجارب، ويقترح جيروم برنر Jerome Bruner من جامعة هارفرد أنه يمكن للتجسيد الداخلي أن يتخذ شكل صور عمل أو لغة. ونعتقد أننا نستخدم كامل أشكال تجاربنا الموجودة، لكن بعض الناس يرون استخدام بعض الأشكال أكثر من غيرها، ويمكننا أن نفكر من خلال تصورات داخلية غير واضحة الرؤية عندما نفكر في حل مشكلة ما مثل. كم حقيقة نعتقد أنه يمكن وضعها في صندوق السيارة. وغالباً ما يفكر مهندسو العمارة والقبائون من خلال صور مرئية. ويمكن تمثيل الفكر أيضاً بوساطة عمل داخلي أو صور عقلية. وفي حل مشكلة التسديد والقوة اللازمين لوضع كرة التنس في مكان لا يصل إليه الخصم، نفكر في شروط الحركة والفعل. ويفكر الرياضيون، وبعض الفيزيائيين، وواضعو الخان رقصات الناليه بالطريقة نفسها. يكتب أنشأتين في وصف فهمه لكيفية تفكيره على النحو الآتي:

«يبدو أنّ كلمات اللغة، سواء أكانت مكتوبة أو شفوية، لا تقوم بأي فعل في آلية تفكيري. وتمثل الوحدات الفيزيائية التي يبدو أنها تعمل بوصفها عناصر في

التفكير رموراً معينة وصوراً واضحة نسبياً يمكن إعادة إنتاجها وتركيبها «بطيب خاطر» .
أما إن أخذ هذا النشاط التركيبي من وجهة نظر نفسية، فإنه يبدو السمة الأساسية في
التفكير الفعال المنتج قبل أن يكون هناك أية صلة بالنشاء المنطقي للكلمات أو الرمور
الأخرى التي يمكن غطاطة الآخرين من خلالها. وتكون العناصر الألفة الذكر في حالتها
عناصر مرئية وبعضها من النموذج غصليّ .
«Ghiselnie B. the creative process, NewYork» Mentor Books, 155, p. 43.

تبدو التمثيلات العقلية في بعض اللغات بعض النظر عن كونها لغات طبيعية أو
رياضية، على قدر كبير من الأهمية في النشاط العقلي عند مستخدمي هذه اللغات
وعلى الرغم من أنه من الممكن أن يفكر من دون معرفة أية لغة رسمية، كما
هو واضح في حالة الأطفال الصم وبعض الأطفال الذين يعانون من عجز
لغوي، يبدو أيضاً أن الذين يعرفون لغة ما يستخدمونها في الاستعانة على
لتفكير ومناقش الفكر من دون لغة أولاً، ثم التفكير من خلال اللغة

الفكر من دون لغة Thought without language

لقد عانى كل من من تجربة الحصول على فكرة وجد من الصعب التعبير عنها
شفوياً لذا تبدو الكلمات، أحياناً، غير مناسبة حقيقة. ولا تبدو أفكارنا التي عرنا عنها
سوى ملامح بسيطة لتفكيرنا ويظهر الناس الذين يعانون من الحبسة، وهي عدم
القدرة على الكلام بسبب آفة في الدماغ استقلال الفكر واللغة. إذ كثيراً ما يبدو من
يعاني من الحبسة كأنه يمتلك فكرة يحاول التعبير عنها، ولكن تنقصه اللغة التي يجسد بها
هذه الفكرة

يتأخر بعض الأطفال الذين لم يتعرضوا كثيراً للغة الإشارات في تعلم لغة
مجتمعهم بسبب الصعوبات التي يلاقونها في تعلم الكلام الشفوي. لكن هانز فيرث
(Hans Furth) أظهر أن المقدرات العقلية هؤلاء الأطفال تنمو عن نحو طبيعي تقريباً،
وتكتب هيلين كيلر (Helen Keller)، الكاتبة الأمريكية المشهورة العمياء والصماء منذ
الشهر الثامن عشر من عمرها، قائلة إنها لم تفهم المبدأ الأساسي الأول في تعلم اللغة،
أي: فكرة تمثيل الرموز اللغوية لعناصر من تجاربنا، إلى أن بلغت سن التاسعة عندما
كان أستاذها يعلم كلمة «الماء» من خلال جعل الطفلة تلمس وجهها بإحدى يديها

أثناء نطق الكلمة وتلخص الماء باليد الأخرى، وعلى نحو مفاجئ، يكتشف الطفل العلاقة الراسطة وبعد ذلك تعلمت هيلين مستحيات كل الأشياء بسرعة. لقد بدأ تعلم اللغة لكن هيلين لم تكن طفلة غير معكرة قبل هذه التجربة - كان تعكسها يمثل من خلال الصور الذهنية لزماً

ويلخص عالم النفس السويسري جين بياجية (jean piaget)، من خلال مراقبته للأطفال العاديين أن الإدراك يتطور وينمو مستقلاً، وتتداخل اللغة مع العقل وتنعكس، حتى تفكير الطفل، لكن اللغة لا تقرر التفكير أو الإدراك. ووفقاً لرأيه، فليس من المفيد تدريب الطفل على لغة ما إن أراد تطوير إدراكه إلا أنه يرى أن مراحل التطور الإدراكي عند الطفل تنعكس في استخدامه للغة

وقد لاحظ ليف فيجوتسكي (Lev Vygotsky) الروسي، أيضاً، برهاناً على وجود إدراك وفهم غير لغويين عند الأطفال ويؤدي الرصع فيها للعلائق ومقدمات على حل المشاكل على نحو منفصل عن استخدامها للغة، تماماً مثلما يستخدمون أصوات السأنة التي تدلو حلوا من أي محتوى ذهني. وبعد ذلك يتحد الفكر واللغة في تطور الطفل.

الفكر واللغة

Thought and Language

لقد تمثل الإسهام العظيم لفيجوتسكي في فكرته حول «الكلام الداخلي». فعلى الرغم من أنه عذ اللغة المنكرة قضاائية الوطية أساساً، يحتفظ بالقول إن بعض الاستخدامات المنكرة للغة هي استخدامات مزودة أي: يحاطب الطفل فيها نفسه. ويقل الصهر بالكلام الداخلي بين متن الثالثة والمساعدة تدريجياً. ويصبح كلاماً داخلياً غير مجهور ليفلو إحدى طرائق النحوى والكلام الداخلي، في هذه المرحلة ليس بكلام ولا لغة؛ إنها شيء يقع بينهما. فبما يفكر مستخدمين اللغة، فبما يفكر ضمن جريبات لغوية وعبارات مختصرة، حيث تنهت الكلمات بسرعة، أو لا تظهر إلا جزئياً.

يوافق بياجية وصف فيجوتسكي للكلام الداخلي؛ حيث لاحظ الأول بدايات الكلام الداخلي في كلام الأطفال أثناء بحثه وتحليله. حيث يردد الأطفال في سن ما

قبل المدرسة عبارات وكلمات يسمعونها حولهم (ترديد الألفاظ) ويدمجونها في أحاديث مناجاة النفس حيث يتكلمون على ما يفعلون، وعلى الألعاب التي يلعبون بها، والصورة التي يسمونها ويمكن لحجرة حضانة أطفال أن تتكلم بكاملها، حيث يأخذ فيها الأطفال أدواراً كما في المحادثة، لكن كل طفل، في هذه الحالة، يتكلم على تجربته الخاصة في «مونولوج» جماعي إن النقطة التي يؤكد بها يبايحه هي أن اللغة التي يستخدمها الأطفال تعكس مرحلة من التفكير نادراً ما يأخذ فيها الأطفال وجهة نظر الآخرين. حيث يروون الأشياء من وجهة نظرهم هم أنفسهم، ومن هنا نحصل على الكلام الفردي وتتناقص درجة تكرار الكلام الفردي تدريجياً بتزايد نسبة تكرار الكلام الاجتماعي. فلو أننا تكلمنا على نحو آخر مع أنفسنا كما نتكلم مع الآخرين، فهل يساعد هذا الكلام الفردي على التفكير؟

اللغة والكلام كناقل للفكر

Language and speech as a carrier for thought

لا تحدث الأفكار على نحو متعاقب أو متتالٍ دائماً. ويمكن لفكرة أن تشكل أحياناً عملية ربط تُرى فيها مرآة النفس بوصفها كلاً متكاملًا وشبه هذه الفكرة عندما نغدها أو نبسطها على محور زمن اللغة والكلام. وعلى الرغم من هذا التشويه، هناك العديد من المحاسن في استخدام اللغة كمثلة الفكر. وتساعدنا اللغة على جعل الفكرة أو التجربة حية موجودة. فمن خلال التعبير عن الفكرة كلامياً أو من خلال صيغة رياضية يمكن توضيح الفكرة بسهولة أكبر ابتغاء مريد المناقشة والتحريض. وتساعد اللغة الفكر لتقديم إطار يحفظ المعلومات في الذاكرة، وتساعدنا اللغة في التعبير عن أفكار حول الناس، والأماكن، والأشياء العائبة.

لقد نُظر إلى اللغة في كل هذا النقاش بوصفها وعاء يحمل الفكر وانعكاساً له، لكنه لم يُنظر إليها بوصفها مقررًا للفكر. وقد اقترح الختامية اللغوية العوي إدوارد سابير (Edward Sapir) وصاعها على نحو أقوى تلميذه سجامين وورف (Benjamin Whorf) ويمكن صياغة فرضية «ورف» في صورتها المثلى على النحو التالي:

«تحدد اللغة عظم الفكر» لكن فرضية «ورف» غير مقبولة الآن على الجملة.

ولقد صيغت بناءً على مادة لغوية مقارنة تظهر أن اللغات تختلف في عدد المصطلحات من مثل تلك الدالة على اللون أو الثلج .

وكان التبرير والمحكاة العقلية في أن الناس الذين امتلكوا عدة كلمات للثلج قد ميزوا اختلافات وفروقات فُئِلَ في تمييزها أولئك الذين لم يمتلكوا سوى كلمة واحدة . وهكذا ، فقد حددت اللغة تجاربهم وتفكيرهم . ويمكن صياغة صورة مصغرة من فرضية وورف على النحو الآتي : ربما كان تكلم شخص من الأسكيمو على الثلج أسهل منه على إنسان في غواتيمالا ، لكنه لا يوجد اختلاف جوهري في إدراكها أو مقدرتها في التفكير حول الثلج . ويمكن لاهتمامات مجموعة تتكلم لغة ما وحاجاتها أن تختلف عن حاجات مجموعة سواها تتكلم لغة أخرى ، ومن هنا تأتي الاختلافات في الكلمات .

فعوضاً عن مقارنة اللغات ، يمكن للمرء أن ينظر إلى لغة نعينها ويلاحظ الاختلافات المعتمدة على الانتماء إلى مجموعات إجتماعية مختلفة . وقد استخدم العالم اللغوي - الإجتماعي باسيل برنشتاين (Basil Bernstein) المروق الثقافية بوصفها شرحاً وتفسيراً للاختلافات اللغوية التي لاحظها بين أبناء الطبقة الوسطى وأبناء الطبقة العاملة في بريطانيا . فعندما طلب من الأطفال وصف صورة ما على سبيل المثال ، كان جواب طفل الطبقة الوسطى النموذجي واضحاً سبباً ، مستخدماً العديد من الأسماء ، حيث يمكن للمرء تصور الصورة دون الحاجة لوجودها . بينما كان الجواب المثالي لطفل من الطبقة العاملة في وصف الصورة نفسها أقل استخداماً للأسماء وكان يدل على كلمات «هو» أو «هم» أو «هي» أو «هو أو هي لغير العاقل» بحيث يغدو من الصعب جداً تحليل الصورة من الوصف وحده دون وجودها . وقد عزا برنشتاين هذا الاختلاف إلى فروق حضارية ثقافية ، حيث تمتلك العائلة من الطبقة العاملة تسلسلاً هرمياً صارماً ، وبذلك لا يتوقع أن يكون الأولاد بارزين أو واضحين في العائلة ، بل عليهم السماع لرب العائلة . بينما تكون الحالة في عائلة الطبقة الوسطى أقل استبداداً حيث لكل فرد منها رأيه . وبالإضافة إلى ذلك غالباً ما يتكلم عضو العائلة العاملة على تجارب مشتركة وبذلك يصبح السياق واضحاً . بينما كثيراً ما يميل طفل الطبقة الوسطى إلى التكلم على تجاربه الفردية ، ولا يستلزم الكثير من المعرفة من جانب المستمع . لكن استخدام برنشتاين لمصطلحي «الرمز المقيد» في حالة الطبقة العاملة ، و «الرمز المفضل المحكم» في

حال الطبيعة الوسيط لم يكن موفقاً لأنه يتصعب معنى كلاسيكياً يرفعه برشتين نفسه
لكن دراساته، على أية حال، تشير إلى تأثير العادات الثقافية الحصارية، إن لم تكن فروعاً
في التفكير، في اللغة

فعل الرغم من الاختلافات البسيطة في استخدام اللغة من جانب أناس يشتركون
فيها، وعلى الرغم من الاختلافات الأكبر بين اللغات المتنوعة في العالم في البناء التركيبي
والفردات ربما كانت هناك بعض السمات العالمية الموجودة في كل اللغات الإنسانية
ولمعرفة مدى صحة هذا الكلام، يجب على البشري أن يكون قادراً على تعلم شيئاً ما عن
العقل البشري كما يقترح تشومسكي، من خلال دراسة قواعد اللغة والإنسانية
وقوانينها.

«هناك العديد من الأسئلة التي تقود الإنسانية إلى دراسة اللغة. أما إذا شخصياً
فإنني مهتم أساساً بإمكانية تعلم شيء ما من دراسة اللغة يصيء لي بعض سمات العقل
البشري الأساسية».

«Chomsky, N. Language and mind, New York, Harcourt Brace Jovanovich,
Inc» 1972, P. 103.

فلو عدداً اللغة مجموعة من النظم والقواعد يتم من خلالها توليد عدد غير محدد
من الجمل، مستخدمين محزوباً من الكلمات يتسع باستمرار ليشمل كل المفاهيم التي
يختارها المرء للتعبير والإيصاح لاكتشاف، عندئذ، أن الإنسان هو المخلوق الوحيد،
المعروف حالياً، الذي يمتلك اللغة. وعامل آخر يبدو أنه يخص الإنسان وحده هو
استطاعة الإنسان المتكلم على لعمري وربما كان الكائن البشري العاقل المخلوق الوحيد
على الأرض الذي يستخدم عقله في محاولة فهم العقول الأخرى. ويستخدم اللغة كي
يهم اللغات الأخرى. ويبدو التداخل بين التفكير واللغة والكلام على نحو أفضل
وأوضح إن نحن نحشا بعمق في تطور اللغة عند الأطفال العاديين.

تطور اللغة والكلام Development of language and speech

يتملك الأطفال لحظة الولادة القدرة الكامنة على الكلام والتفكير على الرغم من أنهم

لا يستطيعون فعل أي شيء عندما يكونون رضعاً فهم محسوسون الأنظمة العصبية -
 الميراثية المناسبة وراثياً؛ لكنه لا بد من وقت حتى تتطور هذه الأنظمة وتضج . يعادل
 حجم الدماغ ساعة الولادة 40 % من حجمه في سن الرشد . بينما تنتظر الأقسام الثانوية
 الأخرى، والمجرى الصوتي، والستقان التعير السيوي ونمواً حركياً - حسياً مرافقاً ومناسباً -
 للكلام والمشي يبدأ الأطفال القعود في سن الستة شهور، وينطقون كلاماً لا معنى له في
 تجريب أعضاء نطقهم، وربما بدأوا المشي وتسمية بعض الأشياء بحلول عيد الميلاد
 الأول، وربما استطاعوا تركيب كلمتين معاً في جمل أولية تصلح لمادة برقية . وبحلول عيد
 ميلادهم الرابع تحدهم قد تمكنوا من القواعد الأساسية للغة من هم أكثر منهم سنناً
 وتمثل السرعة والسهولة المظاهرة التي يتعلم بها الأطفال اللغة ظاهرة من ظهور الطفولة
 لا يمكن للراشدين تكرارها تلك السهولة . يتعلم العديد من الراشدين لغات جديدة،
 وخاصة أولئك الذين يعرفون عدة لغات حقناً لكن أنسب وقت لتعلم اللغات هو من
 ما قبل البلوغ (Puperty) وقد حدد العالم في علم وظائف الأعضاء النفسي، الكندي
 وايلدر بنفيلد (wilder penfield)، العمر المفضل بين الخامسة عشر عاماً . لكن أفضل
 الوقت وأنسبه لتعلم اللغات هو السنوات الأربع الأولى من العمر .

وقد عمل علماء النفس، واللغويون، وعلماء الكلام دونما كللٍ على ما يحزه
 الأطفال عالياً بسهولة وسرعة ولم يحققوا سوى درجة بسيطة من النجاح والسؤال الذي
 يطرحونه هو: كيف يكتسب الأطفال اللغة؟ ويمكن تقسيم المنظرين حول هذا
 الموضوع، على الحملة، على مجموعتين . تحلل المجموعة الأولى نمو اللغة وفقاً لمبادئ
 التعليم . بينما تتعامل المجموعة الثانية من المنظرين مع نمو اللغة وفقاً لمملكة عظرية
 للغة، وربما كان الرأي الحالي الأكثر قبولاً وانتشاراً هو أنه لا يتم تعلم سوى المقدرات
 الخاصة باللغات بينما يعد البناء الأساسي الخلاق في اللغة صفة عالمية ترثها كل لغات
 الإنسانية في العالم .

نظرية التعلم واللغة Learning Theory and Language

التعلم في المعنى الكلاسيكي هو صياغة رابطة جديدة أو ترابط بين منته
 واستجابة ونش عن التجربة الكلاسيكية التي أجراها الروسي إيفان بيتروفش نافلوف

(Ivan Petrovitch Pavlov)، في روسيا عام 1920، إيجاد نوع من التراط بين رنين جرس وسيلان لعاب كلب. وكان هذا التراط جديداً، وعدّ تعلماً لأن الكلب لم يسل لعابه عند سماع رنين الجرس قبل الخبرة. وقد أجز هذا السلوك المتعلم أو الإستجابة المقيدة من خلال الربط بين المسه غير المشروط، وهو مدقوق من اللحم في هذه الحالة، والمسبه المشروط أو المقيد وهو الجرس. وبما أن مدقوق اللحم يسبب، لا إرادياً، ازدياداً في سيلان لعاب الكلب (استجابة فيزيولوجية انوماتانية للطعام)، فإن تقديم مدقوق اللحم مع رنين الجرس قد أوجداً ربطاً عصبياً بين الاثنين، من ثم فإن مجرد رنين الجرس سيسبب سيلان لعاب الكلب في نهاية المطاف ويومك توصيح ذلك بالمخطط الآتي:

1. مسبه أو مؤثر غير مشروط (مدقوق اللحم) = استجابة غير مقيدة أو مشروطة (سيلان اللعاب).

2 - مسبه أو مؤثر غير مشروط (مدقوق اللحم) ← استجابة غير مقيدة
- مسبه أو مؤثر مشروط (رينن الجرس) ← (سيلان اللعاب)

3. مسبه أو مؤثر مشروط (الجرس) ← استجابة مقيدة أو مشروطة (اللعاب)

تتمثل الإستجابة غير المقيدة في التقيد الكلاسيكي في كونها غير طوعية (التعرق - التعبير في سرعة نبضان القلب، سيلان اللعاب) ومعروفة الساعت (شيء مرعب، الطعام). وهناك أمودج آخر للتعلم تكون فيه الإستجابة غير الميطة تحت السيطرة الطوعية. (يقوم الخاصع للتجربة بدفع مزلاج أو إحداث صوت)، ويكون السبب غير واضح تماماً. وفي هذه الحالة لا يكون التعلم مؤثراً أو فعلاً سبب إزدواجية المسه، ولكن فعاليته تكمن عن طريق التقوية والمكافأة، ويسمى هذا الأسلوب بـ «التقيد الفعال». فإذا كوفئت الاستجابة الفعالة بالطعام، والمديح أو بعض الخاصيات الإيجابية الأخرى، سيقوى السلوك عندئذ، أما إن عوقبت الاستجابة بالصدمة الكهربائية، والنقد أو بعض الخاصيات السلبية الأخرى فإن السلوك يضعف. ولقد طوّر التقيد الفعال الأمريكي ب. ف. سكر (B.F Skinner)، ومصل تطبيق طريته في تعلم اللغة في كتابة «Verbal behaviour». يكتب سكر قائلاً إنه يتم تعلم اللغة من خلال مشجعات ومقويات متحبة يزود بها الطفل عند استخدامه للغة للتحكم والعمل في البيئة المحيطة

وثمة منظر آخر في عملية التعلم هو هـ. مورير (O. H. Mowrer) الذي اقترح أنه يمكن للتقوية والمكافأة ألا تحدثا استجابة ملحوظة دائماً؛ لكنه يمكن للاستجابة أن تحدث داخل الطفل نفسه. ففي الطلب الظاهر يؤسس ربطاً نطق «ماما» بمكافأة الأم الحاضرة للطعام وأسباب الراحة استجابة متعلمة. أما في حال الاستجابة الداخلية فإن الطفل يكتشف أن مجرد كلمة «ماما» تولد أحاسيس ومشاعر إيجابية حتى إن لم تنطق الكلمة بصوت عال. وفي نظرية مورير التي يسميها نظرية «الاسترسال» يقوم الأطفال بتكرار بعض الكلمات الجديدة - بصوت خافت، في صدورهم - التي منمعوها بحيث تشكل هذه الكلمات مكافآت داخلية كافية بحيث يتعلمها الأطفال أو تصح سلوكاً مفيداً أو مشروطاً. ونفسر لنا هذه النظرية نطق الأطفال المفاجئ لبعض الكلمات التي تعلموها ولم نسمعهم يطقونها من قبل.

لا شك في أن نظريات التعلم تشرح لنا الكثير من الحقائق بشأن اكتساب المعاني لدى الأطفال بما في ذلك تعلم معاني الكلمات حتى إنها يمكن أن تشرح لنا المراحل الأولى في اكتساب التراكيب النحوية أو النسق اللغوي في لغة معينة. ويمكن لطق الأصوات على نحو صحيح أن يعتمد على مكافأة كونه مفهومًا وربما مطاباً فحسب. فلو نطق طفل مثلاً، «Tootie» دون أن يلاحظ أي مكافأة فإنه سيحاول نطق /tuki/ «cookie» التي ستجلب النتيجة المرجوة في المكافأة المطلوبة، من ثم سوف يستخدم /tuki/ في المستقبل دائماً.

Innatness Theory

نظرية الفطرة

هناك الكثير، على أية حال، حول نمو اللغة وتطورها مما لا يمكن لنظريات التعلم تفسيره. فمستخدمو اللغات الإنسانية مدعون في استخدامهم للنظام اللغوي. إنهم يفهمون ويصدرون جملاً لم يسمعوها من قبل قط. من ثم لا يمكن أن يكونوا قد تعلموها ويقوم الأطفال، بعد استماعهم لعدد وفير من الألفاظ، بالنقاط القواعد والقوانين ويستخدمونها في فهم جملة جديدة أصلية وإصدارها. ويمكن أن يتعلموا أن صيغة الماضي الشاذ لعمل «run» هي «ran» من خلال التعلم التقليدي، ولكنهم متى اكتشفوا قاعدة الزمن الماضي في الفعل القياسي فإنهم يميلون إلى قول «runned» عوضاً

عن «ran» بسبب تغلب عريضة الكشف والبحث عن القواعد عندهم على المفردات التي تعلموها بشكل تقليدياً. يعتقد معظم علماء اللغة النفسيين أن المقدرة على استخلاص قواعد اللغة هي مقدرة فطرية، ويعتقد بعضهم الآخر أن مظاهر التراكيب النحوية هي فطرية أيضاً.

Lingulstic Competence

الكفاءة اللغوية

لعل أكثر الناس كتابةً عن هذه الفكرة على نحو مقنع اللغوي الأمريكي ناهوم تشومسكي، فهو حريص على التمييز بين الكفاءة اللغوية التي يمتلكها متكلم اللغة، وتمثل في القواعد التي يستعملها المرء في إصدار جملة، والأداء اللغوي الذي يتألف من الكلام الذي نلفظه بعض النظر عن دوحه بعثرته وتقسيمه، وما على المرء إلا أن يقارن كلام مضمون بكلام نكيء حتى يكتشف منبع الاختلافات الكبيرة في الأداء اللغوي. لكنه يبدو أن الكفاءة اللغوية الأساسية موحدة عند كل الأشخاص العاديين. ويعتقد اللغويون أن هذه المعرفة الأساسية هي نفسها التي يولد الناس وفي مقدورهم اكتسابها. يقدم إيرك لينبيرج (Eric Lenneberg) دليلاً «فيزيولوجياً» على الكفاءة اللغوية في العائلة الإنسانية وفي رأيه أن اللغة ليست موروثه فحسب، بل إنها خاصه جينية، أي لا يمكن أن يدركها إلا الإنسان العاقل.

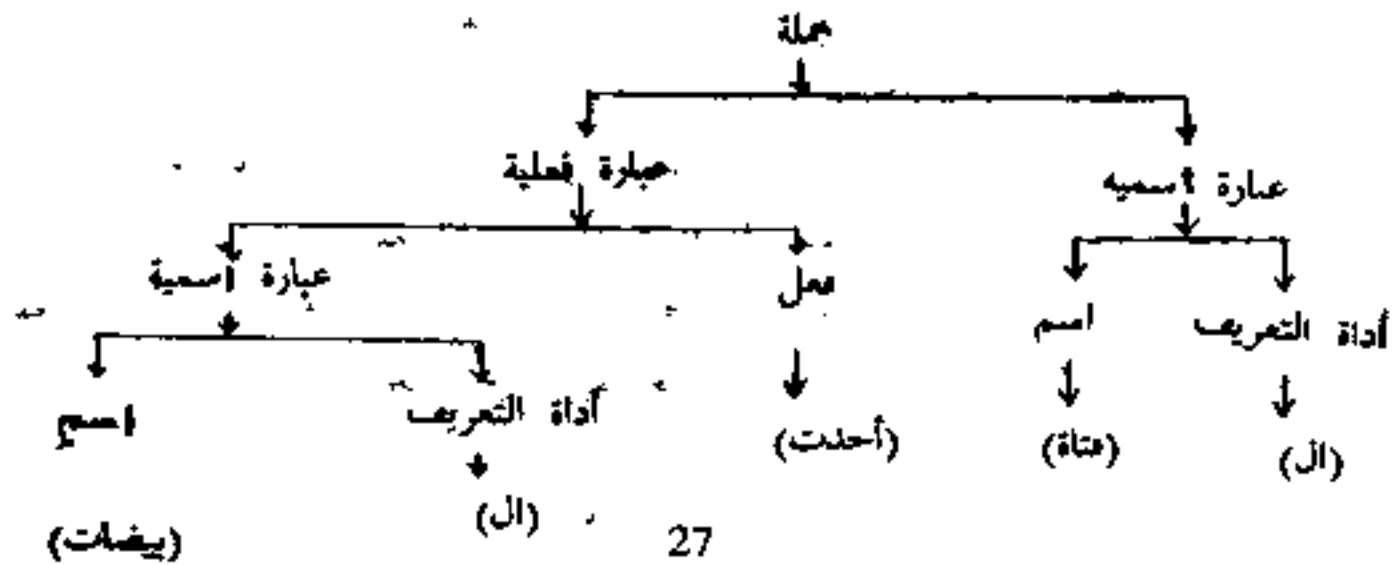
يشكل التفكير أساس اللغة ويمكن للأطفال أن يتكلموا على ما يعرفونه فحسب، لكنهم ربما عرفوا أكثر مما يستطيعون للتعبير عنه من خلال لغتهم التي لما تكتمل بعد. يكتشف علماء النفس اللغويون أن الأطفال يفتشون عن أنماط متكررة معتمدين على اللغة التي يسمعونها حولهم. ويبدو أنهم يصوغون افتراضات حول القواعد اللغوية ويطبقونها بطريقتهم الخاصة. ولا تظهر لغة الأطفال على أنها تقليد فقير مشوه للغة الراشدين حولهم، بل تبدو كأنها لغة مختلفة تماماً بقواعدها الخاصة؛ حيث لا يمكن التصريق بين قواعد النظام التركيبية، والمفردات المعجمية والنظام الصوتي نسبياً في لغة الأطفال ويمكن أن تضم قاعدة النفي عند الأطفال استخدام «NO» مع جملة توكيدية على نحو «No go home» على الرغم من أنهم لم يسمعوا مثل هذه الجملة في لغة الراشدين من حولهم. ويمكن أن تشمل معاني الأطفال لكلمة «doggie» كل الحيوانات ذات القوائم الأربع؛ ولا يميزون هذا المصطلح إلا في مرحلة لاحقة. يمكن للنظام

الصوتي عند الأطفال أنه يستخدم الأصوات الانفجارية في مكان ظهور الأصوات الانفجارية، والمهموسة، والتجمع الصوتي للأصوات الصامتة في كلام الراشدين. وبذلك يمكنهم أن يلفظوا «two» أو «sue» على نحو متشابه وقريب جداً من «two» [tu]

ومن خلال تطويرهم لأنظمتهم اللغوية يوسعون معارفهم بالمعاني؛ للمعاني التي ترتبط بالكلمات والعبارات، وفي الوقت نفسه يكتشفون القواعد التي تحكم لغتهم الخاصة. وتقع هذه القواعد في ثلاثة أنواع: القواعد التركيبية. وهي القواعد التي تهتم ببناء الجمل بما في ذلك التحويلات البسيطة التي تحول الجملة الإيجابية، مثلاً، إلى جملة منفية أو إستفهامية أو التحويل بين المبني للمعلوم والمبني للمجهول، القواعد المورفولوجية (الصرفية) وتهتم بالتعبيرات الحاصلة في المعنى التي يسببها تغير الأصوات «cat, cats» «قط، قطط»، أو درجة ارتفاع الصوت وانخفاضه لـ «نعم» الإيجابية و«نعم» الاستفهامية والقواعد الصوتولوجية، وهي التي نعتقد أنها مسؤولة عن الأصوات في الكلام. ويعتقد كثير من اللغويين أن القواعد «المورفولوجية» هي قواعد رائدة ويمكن تقسيم فاعليتها بين القواعد التركيبية من جهة والقواعد «الصوتولوجية» من جهة أخرى

يمكن لحملة واحدة أن تهيء بالفرص في توضيح كيفية استخدام هذه القواعد في التحليل اللغوي-

أُجِدَت البيضاتُ من قِبل الفتاة. The egg are taken by the girl.
النَّاء التركيبِي (syntax)



تحويل الجملة المبني للمعلوم إلى جملة مبنية للمجهول:

T passive: NP₂ be + verb + en + by NP₁

عبارة إسمية (1) + بواسطة + اسم المفعول من الفعل + فعل الكون + عبارة
إسمية (2)

«The eggs are taken by the girl».

النظام الصوتي - «eggs» = [egz]

تمثل تقديمي.

تتبدل (ج) المجهورة صوت (س) اللاحق إلى صوت مجهور فيصبح /ز/، من ثم
تتحصل على /ز/

والمورفيم هو أصغر وحدة لغوية تعني شيئاً ما. فكلمة (cat) مؤلفة من مورفيمين:
(s), (cat) التي تعني أكثر من واحد. والمورفيم هو عائلة من الأصوات توظف في اللغة
للإشارة إلى اختلاف في المعنى. وحقيقة اختلاف (bat) عن (pat) في المعنى تظهر أن كلا
من /p/ و /b/ فورييم قائم بنفسه في الإنجليزية والمورفيم، بما هو كذلك، لا معنى له ولا
يمكن وصفه من حيث هو صوت أيضاً، فالحق أن المورفيم يمكن أن يظهر بوصفه واحداً
من عدة أصوات مختلفة، حيث نجد أصوات /p/ في «paper», «spoon» و «top» مختلفة
من كلمة إلى أخرى. فالأول متبوع بثلاثة هوائية، والثاني من دوما والثالث من دون فتح
للشفتين البتة وتسمى أشكال المورفيم المختلفة بـ (الألفونز - الصوت المنطوق -
Allophones) وتسمى الأصوات نفسها بـ (فونز - الأصوات المنطوقة - phones)
وهكذا نجد أننا نستخدم مصطلح «فونيم» عندما نرغب في الإشارة إلى وظيفة عائلة
صوتية في اللغة. للإشارة إلى اختلافات في المعنى، بينما يُستخدم مصطلح «فون -
phone» عندما نرغب في الإشارة إلى صوت محدد. تشير المائلات إلى الفونيمات /p/
على سبيل المثال؛ بينما تشير الأقواس الموصوفة إلى الصوت المنطوق مثلاً [p]. ويمكن
للهجائية العادية أن تحدد وتميز العديد من الأصوات دوناً لغيرها، أما ابتغاء وصف بعض
الأصوات الأخرى، فإننا نحتاج إلى طريقة تحدد بدقة ووضوح. وأكثر الوسائل شيوعاً

في وصف أصوات الكلام هي الألفبائية الصوتية العالمية التي تظهر في الملحق رقم - 1 - .
تنشأ اللغة الشفوية عن معرفة معانٍ توضع في تركيب وترمز لعبيراً في أصوات
كلامية . ومنحتهم هذا الفصل بأغودج للتشايك والتداخل والتحويل ، كما يراها في
الانتقال من الفكر إلى الكلام .

من الفكر إلى الكلام From thought to speech

تقف فتاتان يا فتان في متحف فيلادلفيا للفنون أمام لوحة للفنان هنري ماتيس
(Henry Matisse) عنوانها : «Odalisque Jaune» ، فتقول الأولى للثانية : «أنظري إلى
هذه الصورة، هناك شيء ما تحول الوجوه؛ وتذكرني الأغاط العامة ببعض الرسوم
اليابانية التي رأيته في متحف في نيويورك» .



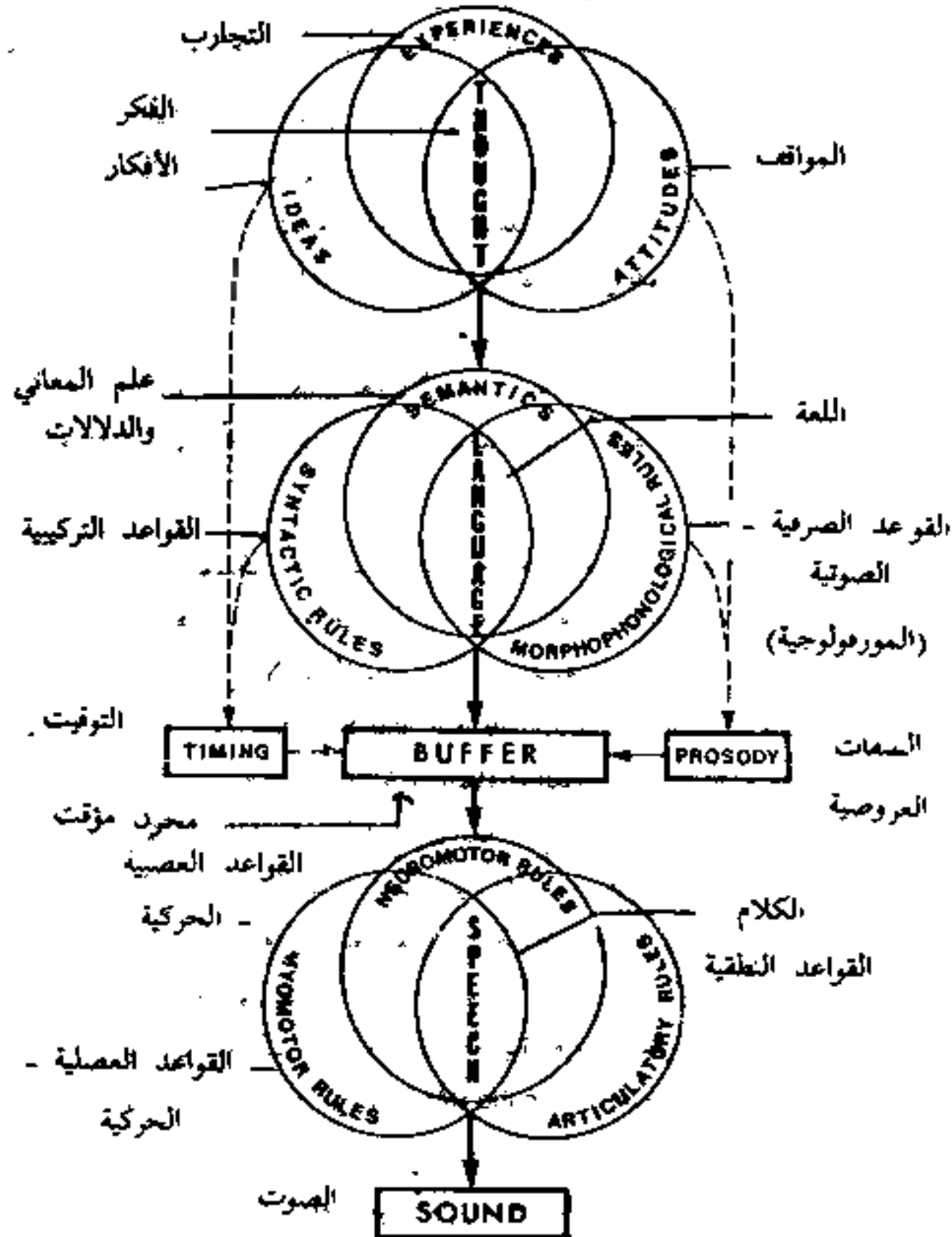
الشكل 1.1 : صورة من رسوم «matisse» بعنوان «Odalisque Jaune» متحف فيلادلفيا الفني :
سموئيل س وايت ، 111 ومجموعة فيرا وايت .

لا يمكننا إغترافاً أننا نعرف كيفية اشتقاق هذا اللفظ من خلال المعرفة اللغوية للغة، وأساساً من عملياتها الفكرية، لكننا يجب أن نعترض أنه تم الرجوع إلى تجارب بصرية محزنة بشأن الرسوم والسمات اليابانية، وتم الربط بين الأقسام المنطوقة على مستوى رفيع في أعمال الخشب اليابانية (1.2) والسمات الموجودة في رسم «ماتسي»، الشكل (1.1)، ويجب أن يكون الدخول في هذه العملية قد أثار بعض السعادة، على نحو ما، وموقفاً إيجابياً أيضاً حتى تمت التأثيرات والنتائج الموجودة



الشكل 1.2 أعمال خشب يابانية لـ «كيوناجا - Kiyonaga»، بعنوان «تميد شيجوكي»
لنحطه، 1783، متحف فيلادلفيا الأمريكي إهداء السيدة جون د. روكفلر

يمثل الشكل (1.3) نموذجاً للفكر واللغة والتحويلات الكلامية. ويشير تداخل الدوائر وتشابكه إلى العلاقات المتبادلة القائمة وتزامنهما أيضاً



الشكل 1.3: نموذج يظهر الإسهامات المتنوعة للعوامل المعيشية في حرج الفكر، واللغة ومراحل الكلام.

ترتبط التجارب البصرية والجمالية للفتاة، في كل من الحاضر والماضي، بأفكار تمتلكها حول تشابهاتها وبمشاعرها حول الصور. وقد اختارت الفتاة التعبير عن فكرها في اللغة لتتقل استجابتها حول الصور إلى صديقتها

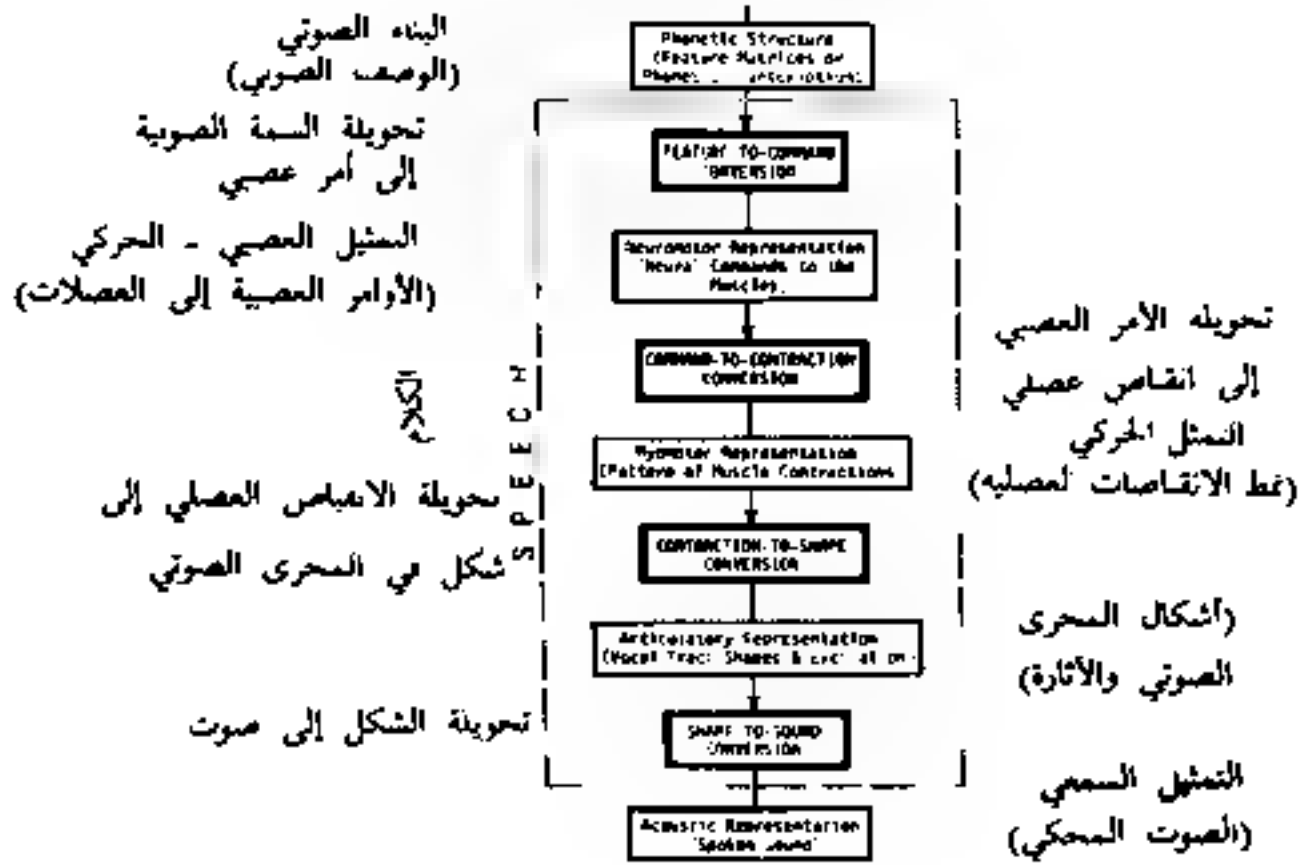
هناك العديد من الطرق التي يمكن للفتاة أن تستخدمها في إصفاء إطار على أفكارها ومشاعرها، ولكنها معتمدة على بعض القرارات المعنوية، والتركيبية والمورفولوجية؛ فقد عبرت عن فكرتها باللفظ الذي استشهدنا به آنفاً كانت مقيدة بقواعد لغتها وبقواعد آلية أعضائها بطقها وقوانينها. ولن تقوم بأية محاولة لإيضاح كيفية تحويل المعنى إلى شكل حاهر للكلام. ونعترف أيضاً بأنه يمكن إرسال الفكرة بالكتابة أو بشكل من أشكال لغة الإيماء، كما هو الحال، بالكلام وإن اختيارها للكلام يعني أنها كانت جاهزة لنقل الرسالة أو الفكرة إلى صديقتها التي سمعتها أحياناً.

يبدو من الممكن أن أقسام الرسالة تخزن مؤقتاً في مخزن جاهز للإصدار. وتكون أطوال هذه الأقسام في طول الجملة أو العبارة ويأتي الدليل على هذا التحرير المؤقت من زلات اللسان. إذ إن حقيقة اقتراف بعض الأخطاء مثل «قطع السكين بالسلامي»، «He cut the knife with the Salami»، وهذا مثال فورمكين «Formkin»، تعني وجود هذا المخزن المؤقت الذي يمكن المتكلم من تبديل ما يحب أن يكون الكلمة الأخيرة بالكلمة الرابعة قبل الأخيرة

ونحن ننظر إلى السمات العروضية والتوقيت في اللفظ، في أمودحنا، على أنها تفرص على الرسالة أثناء تحويلها إلى الكلام. فعلى سبيل المثال، تبقى السمات العروضية التي تحتوي على أنماط التنعيم وأنماط السرثابنة على الرغم من زلات اللسان، حيث يوضع التبر على الكلمة الأخيرة بعض النظر عما قاله المتكلم «He cut the Salami with the knife» أو «He cut the knife with the SALAMI». ويعني هذا أنه توجد تعليمات مستقلة بالنسق اللفظي والصفات العروضية وكذلك يمكن نطق اللفظ بدرجات مختلفة من السرعة، من أعلى درجاتها إلى أدناها، ويشير هذا أيضاً إلى وجود تعليمات خاصة بالتوقيت.

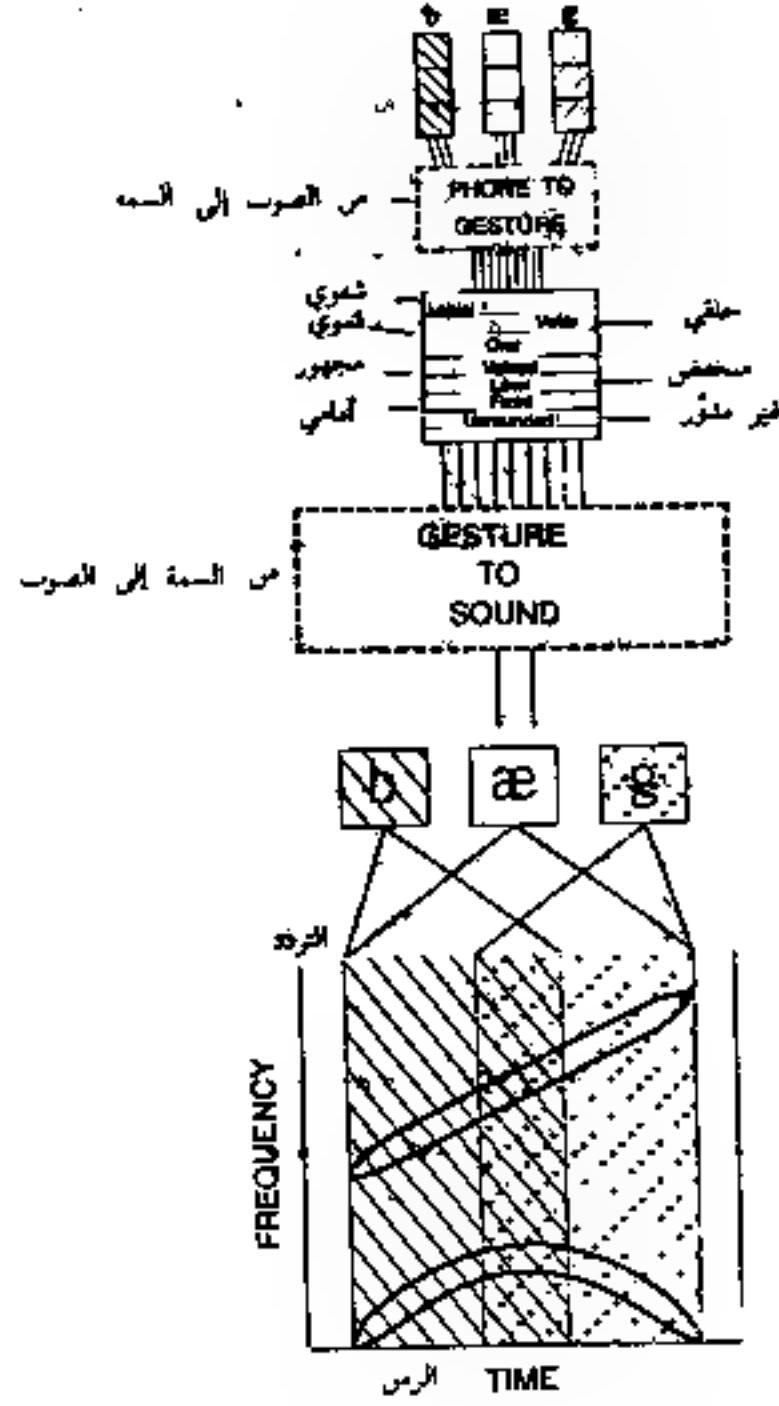
يجب أن يكون هناك تحويل عند مستوى الكلام من تمثيل للكلام محدد نسبياً

إلى النشاط العصبي - الحركي الذي يسيطر على نشاط العضلات وتغيرات التجويف والتحويلات والتغيرات الحاصلة في ضغط الهواء التي تسمح كـ «الكلام». لقد عمل ألفن لبرمان «Alvin Liberman» وفرانكلين كوبر «Franklin Cooper» حالة للتحويل في الكلام، وهي من بقايا تحويل البنية العميقة إلى البنية السطحية التي اقترحها تشومسكي تستخدم اللغة في التحويلات اللغوية، بينما تستخدم التحويلات الحركية - العصبية، والحركية - العضلية، والقواعد النطقية في الكلام دون ذكر في الوقت الحاضر، لأي من آليات الوسط الحي من أجل التبسيط في الموضوع. يظهر الشكل (14) مخططاً للتحويلات الهامة في عملية التكلم



الشكل 1.4 أنموذج لعمية إصدار الكلام ومن المعتقد أنه يمكن تمثيل كل صوت كلامي بوصفه مرئياً من سمات صوتية مجردة. وتأخذ السمات السمعية شكلها العملي بوصفها أوامر عصبية إلى العضلات النطقية التي تعطي المجرى الصوتي شكله المطلوب، ويحدد شكل المجرى الصوتي خرج الإشارة السمعية الكلامية

تعني المعلومات الصوتية في قسمها السمائي (الخاص بالسمات الصوتية) أن الأصوات الكلامية و (الوصف الصوتي) التي يقصد المتكلم إرسالها والسمات المميزة لهذه الأصوات (السمات الصوتية) كالمجهور، والعنة أو مكان الطق قد تُمثل بشكل محدد نسبياً في المكان الذي وصفاه بالمحزن المؤقت لقد فصلنا أربعة تحويلات في الشكل: من تمثيل الكلام الداخلي إلى السمات العصبية، ومن السمات العصبية إلى الانقباضات العضلية، ومن الانقباضات العضلية إلى شكل الحمار أو المجري الصوتي والتعبيرات الحاصلة في صمغ الهواء، ومن هذه التعبيرات إلى شكل موجة سمعية. ويتيح عن هذه التحويلات، كما يظهر الشكل (1.5)، إشارة سمعية تتداخل وتتشارك فيها السمات الصوتية، ويسعد فيها الوجود المستقل لوحدات الهويئات المجردة



الشكل 1.5 تمثيل للترميز الحاصل في الإشارة أو الرمز الكلامي يُنظر إلى كل صوت بوصفه مجموعة من السمات الصوتية تحول مجموعة السمات هذه إلى سلسلة من الإيماءات وإلى الصوت تتداخل سمات الأصوات الصوتية مؤقتاً في التمثيل الصوتي سيناقش هذا الشكل بإسهاب في الفصل الرابع.

وتطبق هذه القواعد الكلامية نفسها في أغودجنا ونظر إليها على أنها تحدث متزامنة، وتتصل كل واحدة منها بالأخرى اتصالاً وثيقاً

يوجد اللفظ في المخزن المؤقت بوصفه تمثيلاً داخلياً للهدف السمعي للمتكلم (أنظر نوتيبوم «Nooteboom» فيما بعد، ونماذج إصدار الكلام، الفصل الرابع)، وبوصفه تمثيلاً داخلياً «لفيزيولوجياً» إصدار الكلام وفقاً لأبعاده الثلاثة المترابطة (أنظر ماكسيلج Macneilage في القسم نفسه). يعرف المتكلم الأصوات المرغوبة، وماداً يجب فعله لإصدارها. وتعرف الفتاة، لا شعورياً، ما أشكال التجويف، وتعبيرات ضغط الهواء، المطلوبة للذهاب من نهاية «Japanese» إلى بداية «Points»، ومن /v/ إلى /v/ في /dʒəpaniz/. وبحصل على قائمة متصلة من الكلام في تطبيق قواعده (الكلام)

وسنحتاج إلى الكثير من العهم الدقيق حول عمل هذه التحويلات. ولا نفهم بدقة أيضاً كيف يتعامل المستمع مع الكلام في الوصول إلى قصد المتكلم ومراده إن علم الكلام هو دراسة المواضيع الآتية: إصدار الكلام، والصفات السمعية للإشارة الصوتية، وفهم المستمع للكلام وإدراكه إيائه. فلو اعتبرنا أن المخزن المؤقت هو المكان الذي تحفظ فيه الرسالة المقصود إبلاغها، فسيهتم علماء الكلام، عندئذ، بالمراحل اللاحقة لهذه المرحلة في حدوث الكلام. تقع الانتقالات من العبارة المقصودة إلى شكلها السمعي عند المتكلم، والتحويلات من شكل الكلام السمعي إلى فك المستمع رموز العبارة المقصودة ضمن دائرة اختصاص تحريات عالم الكلام

مراجع الفصل الأول

- Bernstein, B., A Socio-linguistic Approach to Socialization. With Some Reference to Educability. In *Directions in Sociolinguistics* J. J. Gumperz and S. Hymes (Eds.) New York. Holt, Rinehart & Winston, 1972. pp 465-497
- Bruner, J. S., *Studies in Cognitive Growth*. New York. Wiley & Sons. 1966.
- Carroll, J. B., *Language and Thought*. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, 1964.
- Cherry, C. *On Human Communication*, 2nd Ed. Cambridge, Mass. M. I. T Press, 1966.
- Chomsky, N., *Language and Mind* (enlarged edition). New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1972
- Cooper, F. S., How is Language Conveyed by Speech? In *Language by Ear and by Eye*. J. F. Kavanagh and J. G. Mattingly (Eds.) Cambridge, Mass., M. I. T Press, 1972. pp. 25-45.
- Cutting, J. E., and Kavanagh, J. F., On the Relationship of Speech to Language. *ASHA* 17: 1975. 500-506
- Dale, P. S., *Language Development: Structure and Function*, 2nd Ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1976.
- Fromkin, V. and Rodman, R., *An Introduction to Language*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1974.
- Furth, H., *Thinking Without Language*. Psychological Implications of Deafness. New York: The Free Press, 1968.
- Galvins, E. H., *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley & Sons, 1967
- Lieberman, A. M., The Grammars of Speech and Language. *Cognitive Psychol.* 1, 1970. 301-323.
- Mowrer, O. H., *Learning Theory and Personality Dynamics*. New York: Ronald Press, 1950.
- Penfield, W. and Roberts, L., *Speech and Brain Mechanisms*. Princeton, N. J. Princeton University Press, 1959.
- Piaget, J., *The Language and Thought of the Child*. Atlantic Highlands, N. J. Humanities Press, 1959. (Translation of *Le Langage et la Pensée chez L'Enfant*. Neuchâtel and Paris. Delachaux et Niestlé, 1923).
- Skinner, B. F., *Verbal Behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957
- Slobin, D. I., *Psycholinguistics*. Glenview, Ill. Scott, Foresman & Co., 1971
- Vygotsky, L. S., *Thought and Language*. Cambridge, Mass. M. I. T Press, 1962
- Whorf, B. L., *Language, Thought, and Reality*. Cambridge, Mass. M. I. T Press and New York: Wiley & Sons, 1956.

الفصل الثاني

رواد علم الكلام

«التاريخ جوهر سير شخصية لا حصر لها»

توماس كارليل Thomas Carlyle «On History» ، «حول التاريخ»

هناك الكثير من الناس الذين ساهموا في تطوير علم الكلام وتقدمه بحيث غدت تسميتهم إرباكاً أكثر من أن تكون عاملاً مساعداً، حتى لو حاولنا تقييد أنفسنا بذكر الأكثر أهمية وتأثيراً بينهم وبدلاً من محاولة توضيح تاريخ لعلم الكلام، اخترنا توضيح تنوع المناهج الموروثة في هذا النظام من خلال وصف إسهامات بعض الرواد في جواب مختلفة من حقل البحث ومن هنا، فليس لزاماً أن يكون الرائد أكثر الناس أهمية، بل هو الأول في استخدام منهج معين محدد.

فعلم الكلام هو دراسة «فيريولوجية» لإصدار الكلام، وصفت الكلام السمعية، والعمليات التي يستطيع المستمعون من خلالها فهم الكلام وإدراكه وقد جذب علم الكلام اهتمام العديد من اللغويين، وعلماء النفس، والمهندسين، والمتخصصون بعلل الكلام، أساسها وأعراضها، فاللغويون مهتمون أساساً بالصوتيات الوصفية، والوصف «الفونولوجي» في لغات مختلفة، ودلائل الكلام الفهمية، وقياس درجة فهم الكلام، والطرق التي يستخدمها العقل في التعامل مع الرمز الكلامي أما المهندسون فمهتمون أساساً بتحليل أصوات الكلام، وبث الكلام في أنظمة الاتصالات، وتطوير معرصات الكلام المرئي، وتطوير آلات تركيب الصوت وتجميعه، والآلات التي تميز الكلام والمتكلمين الفرديين ويهتم المتخصصون بعلل

الكلام وأسباب هذه العلل بإصدار الكلام، بما في ذلك توليده في النظام العصبي المركزي وآليات ضغطه ونشاطه العصبي، وحركاته، ونتائج تعبير ضغط الهواء والصوت أما من ناحية عملية، فعالباً ما يشترك اللعوي، وعالم النفس، والمهندس والمتخصص بأمراض الكلام، في اهتمامات مشتركة ويحملون معاً في المختبر

Herman Von Helmholtz

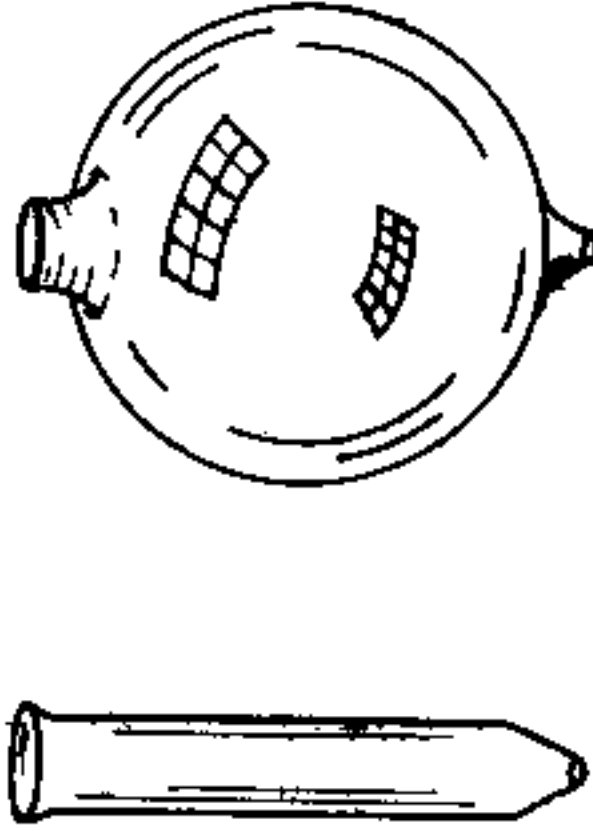
هيرمان فون هيلمهولتز

Acoustics of speech

الصفات السمعية للكلام:

كانت الأذن الشريفة، ولما قرينة، وسيلة قيمة في دراسات صفات الكلام السمعية مد زمن بعيد، قبل أن يأتي العصر الإلكتروني بمحلات الترددات الإلكترونية وحواسيب القرن العشرين ولد هيرمان لودويج فيردناند هيلمهولتز قرب برلين عام 1821، من نسب إنجليزي، وإيرسي وألماني وقد استخدم أذنيه على نحو مكثف في دراسات الصفات السمعية للصوت الشري ورين تجاوزت المجري الصوتي. وكان رجلاً واسع الاهتمامات؛ عاش قبل عصر التخصصات، فدرس الرياضيات، والفيزياء، والطب وله إسهامات في حقول الفيزيولوجيا، والبصريات، والسمعية، والرياضيات، والميكانيك والكهرباء من خلال بحوثه ومحاضراته الجامعية وتجاوزت بحوثه وكتبه المطبوعة للمائتين. كان والده مدرساً للفلسفة وفقه اللغة وتحدث أمه من أرومة ويليم بين (William Penn) من ناحية أبيها ومن أرومة فرنسية من ناحية أمها ولأنه طفل معتل، عانى فون هيلمهولتز من القواعد، والتاريخ، والمفردات، وكان يرتك أثناء التمييز بين اليد اليمنى واليد اليسرى؛ لكنه كان واسع الاطلاع، وأظهر شعفاً مكرراً وحاً للطبيعة. وبعد دراسته الطب في جامعة برلين وعمله جراحاً في الجيش، أصبح أستاذاً في كوبنبرج (Königsberg) ثم في بون، وانتهى به المطاف في هيلندل بيرج وبرلين وكان يرفق التعليم بالبحث دائماً، فقد اعتقد أنه من الضروري أن يجرب ويظهر لنفسه الأسس والمبادئ التي سيعلمها في قاعة المحاضرات درس حاسة السمع في جانبها الفيزيولوجي وفي المظاهر المختلفة للإحساس أيضاً؛ وإحساس النعمة الخالصة، وسماع النغمات المركبة، استنبط رياضيات الرين ملاحظاً أن نفح الهواء عبر قارورات فيها قليل أو كثير من الماء يصدر

أصواتاً مختلفة. واكتشف أنه يمكن أن يجعل قارورة ترن مثل /u/ وقارورتين تصدران صوتاً في وقت واحد يشبه /ou/. راجع الملحق رقم - 1 - للأصوات الصادرة وقد طُوِّر، من خلال كرات زجاجية فارغة عرفت فيما بعد بمرنانات هيلمهولتز، أنظر الشكل (2.1)، تقنية لتحليل مركبات النغمات المركبة.



الشكل 2.1 - مرنانات هيلمهولتز

(Adapted from an illustration in «on the sensation of Tone as a physiological basis from the Theory of Music, 1863)

فقد كان يغطي طرف الكرة الزجاجية الصغيرة شمع أحمر يستخدم في الاختتام، وبذلك يحصل على هواء مضغوط نسبياً يدخل إلى قناة الأذنية وقد صممت كل كرة على نحو تولف فيه مع نغمة مختلفة ومن خلال إغلاق أذنه الأخرى بالشمع الأحمر، استطاع سماع الأصوات المركبة، ويقوم المرنان في هذه الحالة بحمت معظم الأصوات ماعدا تلك القريبة في ترددها من تردده الطبيعي وهذا الشكل استطاع هيلمهولتز تحليل التردد الأساسي ونغمات الصوت الإنساني التوافقية ومعظم رنين التحويكات الواقعة فوق الحنجرة.

ولكني يجيب عن تساؤله حول امتلاك كل صائت محدد سمة مميزة في العناء أو الكلام أو إن كان قاله رجل أو امرأة أو طفل، أمسك هيلمهولتز بشوكات مرناة ذات ترددات مختلفة أمام فمه وأمام أهواه الآخرين وهياً التجاويف الفموية المناسبة للصائت المحدد. وبذلك اكتشف أن الأشكال المختلفة تتمتع بترددات مرناة مختلفة، ووفقاً لذلك حدد هيلمهولتز ما اعتقد أنه المرنانات المطلقة لكل صائت. واكتشف فيما بعد، على أية حال، أن صور الرنين تتعلق بأحجام المجاري الصوتية المختلفة وطوع عام 1863 عمله العظيم حول الصفات السمعية للكلام ونظريات التوافقيات بعنوان «On the sensation of Tone as a physiological basis for the Theory of Music».

«حول أحاسيس النعمة كقاعدة فيزيولوجية في نظرية الموسيقى».

ويوصف هيلمهولتز بأنه عالم متحفظ وهادئ. أحب صعود الجبال، وادّعى أن معظم الأفكار كانت تخطر له عندما كان يسير في نزهة طويلة أو يصعد جبلاً مرتفعاً. تزوج مرتين، ورزق بطفلين من زوجته الأولى التي توفيت عندما كان يعيش في هيدلبرج. تزوجت ابنته من ابن فونز سيمنس (Siemens) مؤسس المعهد الفيزيائي - التقني قرب برلين. شغل هيلمهولتز منصب مديره الأول وكان أحد طلابه هيرل هيرتز (Hertz) الذي برهن فيما بعد على وجود الموجات الكهرومغناطيسية، وسميت وحدة قياس عدد الدورات في الثانية باسمه (Hz). وبالإضافة إلى نشاطه العلمي كان هيلمهولتز يعتقد أن إلقاء المحاضرات العامة حول المواضيع العلمية لعامة الناس أمر ضروري. وكانت تلك عادة طبيعية في ألمانيا في عصره. وسيدهش هيلمهولتز، من دون أدنى شك، لو عَرف أنه يوصف الآن بأنه أحد رواد علم الكلام؛ لأن اهتماماته شملت أقساماً واسعة من المعرفة. فعلى سبيل المثال، اخترع المعيار (أداة لفحص باطن العين)، واستسط البرهان الرياضي حول احتفاظ القدرة. ومن دون أي شك، ساعدنا هيلمهولتز على فهم بعض أهم المبادئ في السمعيات وفيزياء الكلام. مثل تشكيل نفثات الهواء الخارجة من الحبال الصوتية مصدر الصوت السمعي، وأن توافقيات الصائت ترن في العلوم والتجاويف الفموية، وأنه يتم تمثيل هذه الصوائت بسبب هذه الرنينات المختلفة.

عندما ولد هنري سويت في إنجلترا، كان هيلمهولتز يناهر الرابعة والعشرين وقد طبع بحثه الأول حول العلاقة بين الخلايا العصبية والألياف. لقد أتى سويت دراسة الكلام عن طريق مختلف تماماً؛ عن طريق الاهتمام باللغات والصوتيات. كان استاذ لفظ الإنجليزية، وكان أنموذج «هنري هيجنز، Henry Higgins» في مسرحية جيماليون ليرناردشو (George Bernard Shaw) التي حورها ليرنر «Lerner» ولويس «Loewes» إلى مسرحية غنائية عرفت بـ «ميليقي الجميلة، My Fair lady». تخرج سويت من كلية «بول أويل، Balliol» من جامعة أكسفورد. وبما أنه لم يحصل إلا على ربح الدرجات النهائية في الامتحانات، فقد كان ذلك مسأً جريئاً لعدم محبة لقب أستاذ فقه اللغة مطلقاً. وكان مسجلاً في ألمانيا أكثر من بلده الأم. ونتيجة لتأثره بمدرسة فقه اللغة الألمانية، والعمل الرائع حول الصوتيات في الهند، ونظام الكلام المرئي الذي طوره الكسندر ميلقل بيل، «Alexander Melville Bell» لتعليم الصم وتثقيفهم، فقد طور سويت نظاماً صوتياً سمّاه (Broad Romic)، يمثل فيه كل رمز مجموعة من الأصوات المتشابهة. وإن فكرته القائلة بأن العائلة المتشابهة من الأصوات التي تعمل معاً في اللغة، والتي يمكن تمييزها عن أصواتها المنفردة أثناء الكلام الشفوي، لفكرة جديدة، وبذلك يمكن القول إنه أول من اكتشف مفهوم الموييم، على الرغم من أنه لم يستخدم الكلمة نفسها. وأدى نظام سويت الرمزي في نهاية المطاف إلى الأبجدية الصوتية العالمية الموجودة في الملحق رقم (1). ومن خلال نشر أحد كتبه «Handbook of phonetics» عام (1877) فقد أعد إنجلترا لتكون مكان الولادة الأدبية لعلم الصوتيات لكنه لم يعين في منصب رئيس قسم دراسات فقه اللغة في جامعة لندن عام (1876) وأكمل طلبه ثانية عام (1885) بوصفه مرشحاً لشغل منصب أستاذية ميرتون في اللغة الإنجليزية والأدب في جامعة أكسفورد. وقد أدهش ليعوب القلوة الأوروبية لعدم الاعتراف بتفوق سويت الأكاديمي في بريطانيا. وقد عين مجرد أستاذ مساعد في الصوتيات في جامعة أكسفورد.

وقد كان سويت، على عكس هيلمهولتز اهاديء المتحفظ، حادّ المراح، تهكمي

الطبع. وقد استمر في تأليفه العلمي وكتاباته رغم كل المثبطات التي اعترضته. ونشر كتابه «A History of English Sounds» عام (1874) ونقحه عام (1875). ونشر كذلك كتابه «A primer of phonetics» مع وصف لكل لفظ عام (1890). وهو عضو قديم في جمعية فقه اللغة اللندنية. وقد اعترفت الجمعية بإسهامه العظيم في دراسة الصوتيات الوصفية في خطاب رئيس الجمعية الذي ألقاه كريستوفر. ل. ورن «Christopher L. Wren» عام (1946) بعد أربعة وثلاثين عاماً من وفاته

Alexander Graham Bell

الكسندر جراهام بيل

Teaching the Deaf

تعليم الصم

ولد الكسندر جراهام بيل في أدنبره عام (1847) بعد عامين فقط من مولد سويت في إنجلترا، واشتهر فيما بعد على مستوى العالم بأنه مخترع «الهاتف». ولقد عدّ نفسه دائماً مخترعاً وعالمًا هوائياً ومعلماً للصم احتراماً. كان والده ميقلاً بيل معلماً للكلام ومن الخطابة، وحاضر في جامعة أدنبره، وكتب كتباً وكراسات حول فن الخطابة وكان أعظم إنجاز ليمنفل هو تطويره للكلام المرئي (الشكل 2.2)



وقبعت على اللص، I caught the thief

الشكل 2.2: صورة عن رسم في كتاب «English visible speech in twelve lessons» عام (1885). يكتب بيل هذا الكتاب كي يشرح النظام الرمزي عند ولده.

وهو في الأصل نظام من الرموز يمثل المظهر «الفيزيولوجي» لكل صوت كلامي . وقد مثل اللسان على شكل حمار العرس ؛ ويشير موقعه إلى القسم الأكثر نشاطاً في اللسان وكانت هنالك رموزاً للشهيق والجره ، ومن ثم كان بالإمكان تمثيل أي صوت على نحو مرئي . قضى الكسندر جراهام بيل معظم حياته في تدريب الأساتذة على استخدام نظام والده الرمزي في وصف إصدار الكلام .

وكان الكسندر يدعى في طفولته بـ «Alack» ، وكان مرهف الإحساس الموسيقي ، وشديد التعلق بالطبيعة ومعرفة أسرارها ، لكنه لم يكن مهتماً بالدراسات الرسمية . وفي سن الخامسة عشرة دعي «أليك» إلى لندن كي يعيش مع جده «بيل» البالغ من العمر سبعين حولاً ، والذي كان مدرساً لهن الخطابة العامة ، ومدرساً أيضاً للتلاميذ الذين يعانون من القلعثم وعوائق الكلام الأخرى ، وتحت رعاية جده وإرشاداته تعلم «أليك» كيف يترن نفسه على الدراسة الجدية ، وكيف يستقل بمصروفاته المادية ، وكيف يلقي مقاطع من مسرحيات شكسبير ، وكيف يلبس بوصفه رجلاً سيّداً أنيقاً .

وبعد مرور عام عاد إلى أدبره كي يبدأ عمله الطويل في التدريس بينما لم يزل طالباً في ويست هاوس في الجس «Egton» أولاً ، وبعدها في جامعة أدنبره . واكتشف ، وهو غير مدرك أنه كان يكرر تجارب هيلمهولتز ، مربانات تجاوب المجرى الصوتي ، من خلال الإطلاق بأصابعه بسرعة على بلعومه وخدّية وهو ينفذ أشكال المجرى الصوتي ومواقعه المختلفة . وكذلك كرر تجربة تحديد ترددات المربانات من خلال اهتزاز الشوكات الرنانة أمام فمه وهو ينفذ مواقع الصوائت المختلفة .

وبعد أن فقد أليك أخوين بسبب المرض ، هاجرت العائلة إلى كندا حيث بلغ ميلث سن التقاعد ، وكان أليك في الثالثة والعشرين . وقد اشتهر أليك في بريطانيا بوصفه مدرساً ماهراً في تدريس الصم الكلام مستخدماً طريقة والده في الكلام المرئي . والتقى أليك المجموعة العلمية في بوسطن ، وبدأ العمل بالعديد من أفكاره حول الاختراعات ، وفي عام (1876) أطلق بهلته المشهورة «السيد واتسون» ، تعال هنا ، أرغب في مشاهدتك» ، والتي سمعها مساعده واتسون ، وفهمها عبر سماعة أول «هاتف» نصب بين مختبر بيل وغرفة نومه تحت القاعة الكبيرة .

تزوج بيل من ماويل هبارد «Mabel Hubbard» ابنة جاردنير هبارد الصماء عام (1877)، والذي كان أحد شركائه في تأسيس شركة هواتف بيل، وعادت العائلة لأمد قصير إلى إنجلترا لتشجيع استخدام الهاتف والكلام المرئي عند الصمم. لكن العائلة، التي ضمت ابنتين، استقرت في نهاية المطاف في واشنطن خلال فصول الشتاء، وفي مررعتهم الواسعة في نوكا سكوتيا خلال فصول الصيف. وعلى الرغم من أن بيل أنجز الكثير من الاختراعات المربحة لكنه عدّ عمله مع الصمم الأبرز والأهم دائماً، أسس مكتب فولتا، وهو مركز للمعلومات حول الصمم الذي طوّر مقياس السمع لقياس درجة السمع، واستمر في تشجيعه للكلام المرئي. وكان خلال حياته يسهر في الليل ويفصل النوم إلى ساعة متأخرة صباحاً. واستطاع من خلال عمله ليلاً، أن يكون معزلاً وأكثر إنتاجاً خلال أكثر سنواته نشاطاً. وعلى الرغم من كونه منطوياً على نفسه ومنعزلاً أساساً، استطاع الكسندر جراهام بيل أن يساعد الناس الآخرين على الاتصال فيما بينهم حتى أولئك الذين لم يستطيعوا السمع.

هومر. و. دادلي

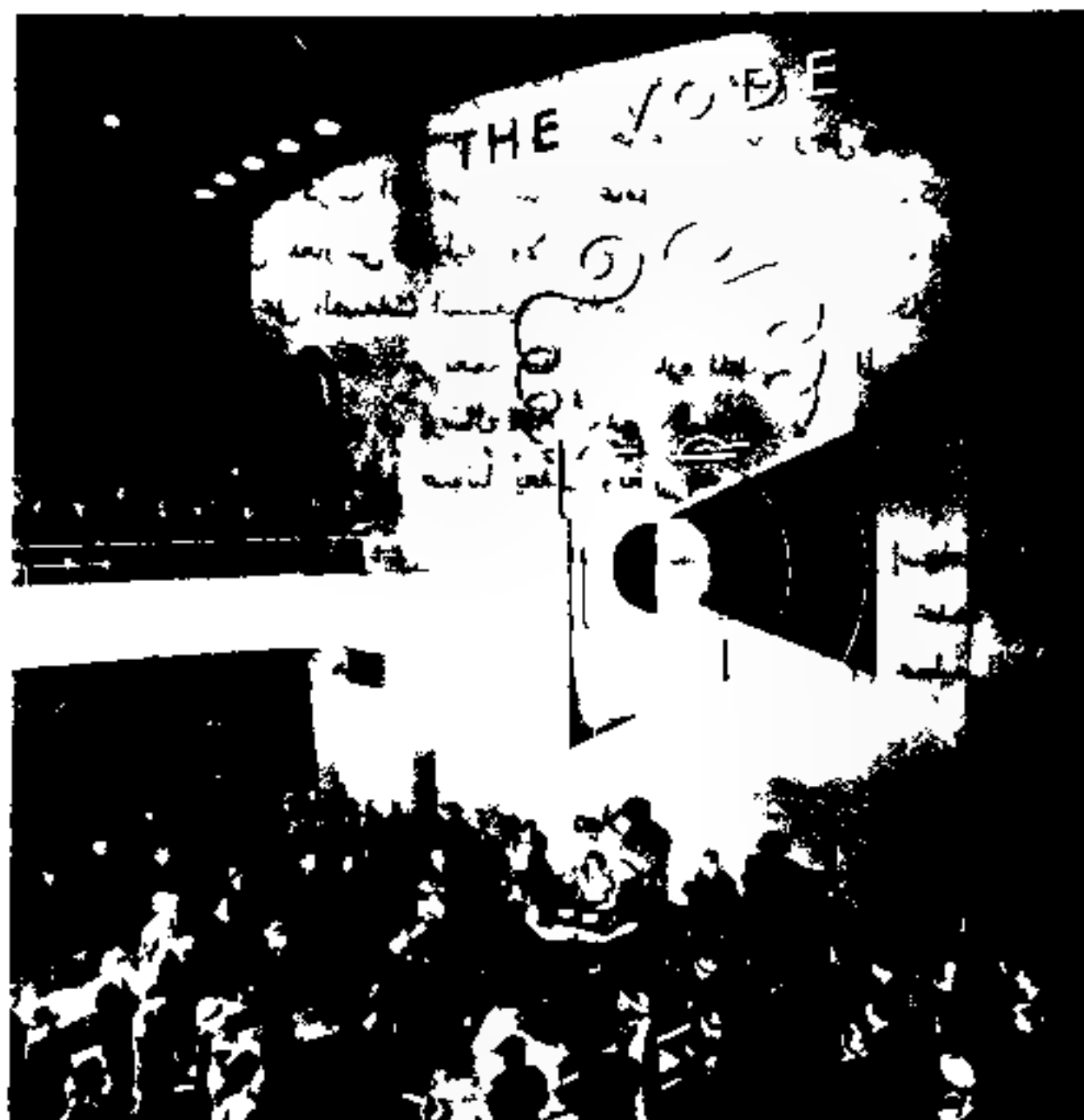
التركيب الإلكتروني للكلمة المستمرة Electronic synthesis of continuous speech

استفاد علم الكلام من الإسهام الفيزيائي - الكلامي لفيلمهولتر، والإسهام اللغوي لسويت، وإسهام شخص على الكلام عند بيل، وإسهام مهندس الإلكتروني هومر دادلي. كان دادلي رائداً في تركيب الكلام من خلال صنع أجهزة تصدر أصواتاً شبيهة بأصوات الكلام. كان الكلام يُصدر في القرن الثامن عشر والتاسع على نحو مصطنع من خلال معالجة آلية لرؤوس اصطلاحية وآليات تثير الرثتين والحجارة والمجرى الصوتي عند المتكلم، لكنه كان على تركيب الكلام الذي نعرفه اليوم أن ينتظر وصول دارات القرن العشرين الأليكترونية. إنه اختراع دادلي الذي سمّي «Voder» الذي صُمم في مختبرات بيل عام ١٩٣٧ - ١٩٣٨ والذي ركب كلاماً متواصلاً لأول مرة بواسطة دارات كهربائية.

بدأ دادلي حرفته في بنسلفانيا حيث انتقلت إليها عائلته من فيرجينيا حيث لم يزل

حدثا في المدرسة كان والده قسًا، وبعد وصولهم إلى سنغافيا، استقبل والده طلاب لتدريسهم اداب الإغريق والرومان وبعض المواضيع الأخرى، والمعارف التي تتطلبها حرفة الكهنة. تخرج هومر من المدرسة الثانوية مبكرًا، ودرّس في تعيينه الأول الفصول الخامس، والسادس، والسابع، والثامن في عرفة واحدة. أما في تعيينه الثاني، فكان يعلم طلاب المدارس الثانوية. وعندما وجد أنه من الصعب الحفاظ على النظام في عرفة الدرس، فرر إلهاء حطّطه في مواصلة التعليم، وبدأ يشق طريقه في جامعة بنسافيا الحكومية، التي كانت تستقبل المهاجرات الخاصة في الهندسة الكهربائية آنذاك. انضم داخلي إلى مجموعة التقنيين في مختبرات بيل، وتحديدًا، محبر ويسنر الـ «Western Electric» الذي انتقل، بعدئذٍ، إلى نيويورك. وبقي يعمل هناك لأكثر من أربعين عامًا، حيث قضى معظم وقته في قسم الـ «إلهاتمي».

ثم عمل مع روبرت ريسد «Robert Riesz» وأحرى على تطوير الفوكودور، وكان العرض من الفوكودور تصميمية الكلام في عشر قنوات على نحو يسمح بإمكانية بث المعلومات ضمن أنطقة ترددية أضيق مما كان سابقًا. وبعد الـ ١٠ سنوات، تستخدم قناة المعلومات مع دائرة صحت للأصوات الصامتة، ودائرة رين للصوائت في تركيب كلام قريب جدًا من الكلام الأصلي ماعدا فقدان بعض الصفات النوعية للصوت. ولقد أُجريت تجربة الفوكودور في الاحتفال بالذكرى المئوية للثلاث في هارفرد، وشقت الطريق، فيما بعد، إلى «آلة الناطقة» الشهيرة المعروفة بـ «الفودور» «Voder» أي منتج لعملية الصوت ورفع الستار عن الفودور في المعارض الدولية عامي (1939) و (1940)، (الشكل 2.3)



الشكل 2.8: عرض مختبرات بيل للفقورد في المعرض العالمي عام (1939) (أعد انصح
 ترخيص من شركة الهاتف والبرق الأمريكية)

فقد تمكن من صنع أصوات كلامية عميرة، على الأقل، إن انتظر المستمعون معرفة نوع الألفاظ التي يتوقعونها. ويقوم العامل على الجهرار بدفع دواصة لمصدر المسهسة أو الجهرار، ويضغط على عشرة مفاتيح كي يصطب المرنانات وتقوم مفاتيح خاصة بتقليد الصوامت الالنجارية مثل /p/ أو /v/. وأثناء التحرية، يمكن إحراء حوار بين رجل وفودر تديره امرأة، على صييل المثال. وقد درب أكثر من عشرين عامل هاتف على نحو مركز كي يديروا الفودور أثناء عروض المعارض الدولية ولا يشبه الفودر مركبات الصوت السابقة لكونه يعتمد اعتماداً قوياً على الصفات السمعية للكلام وليس على نطقه (الكلام). مثلاً تم إنجاز الس الإذاعي بواسطة تعير نعمة ناقله بالإشارة المطلوبة أو المرجوة (ففي FM، يقوم بتغير التردد، بينما تقوم في إرسال AM بتعديل السعة). لقد تصور دادي الكلام بوصفه نعمة ناقله أو مصدراً صوتياً يُعدّل ويعبر بحركات المجري الصوتي.

يعيش دادي الآن هلدوء في بيوحرسي وهو في الثمانينيات. وتمثل إسهاماته في علم الكلام في أنه وصح طبيعة الكلام الناقله وطق نظرية الناقل على مبادئ عدة في تحليل الكلام وتركيبه. تشكل هذه الأفكار أسس التصورات الحديثة في عملية الكلام.

فرانكلين كوبر، ألفن ليبرمان وبيير ديلاتر

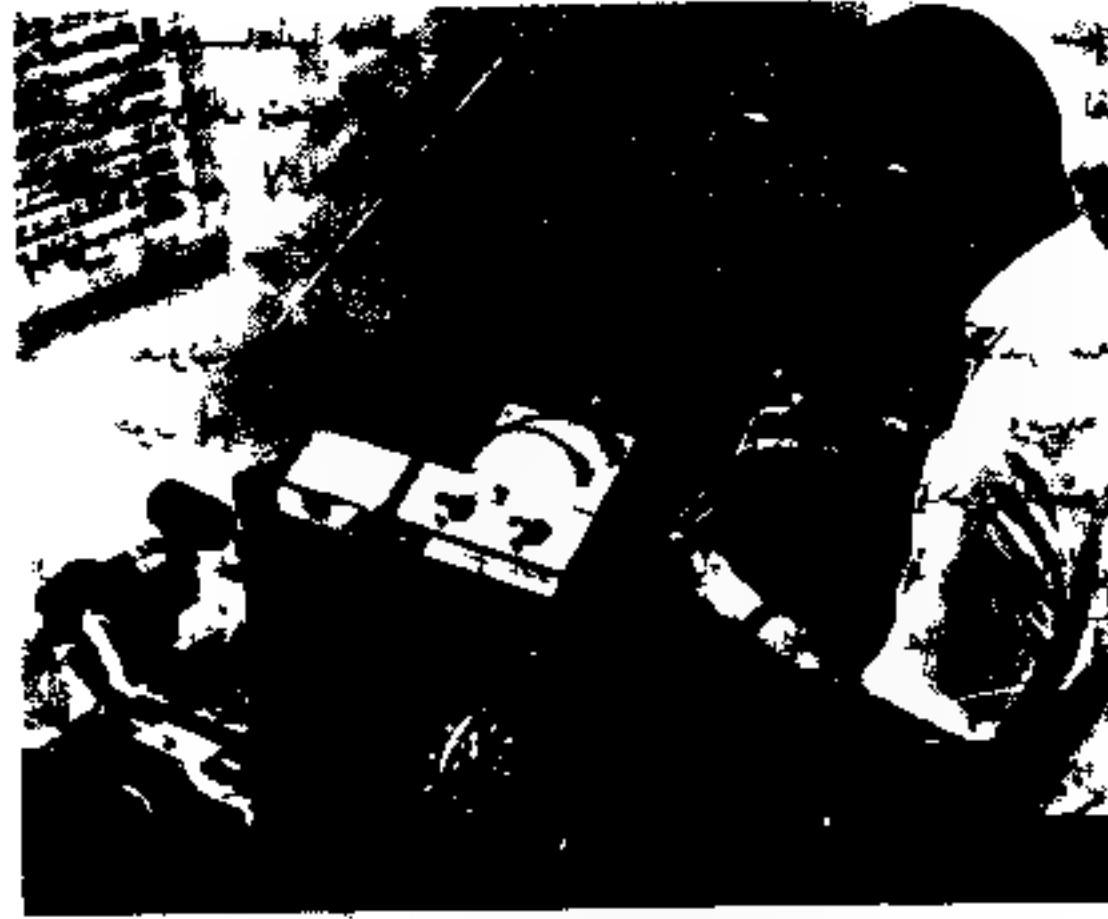
Franklin Cooper, Alvin Liberman, and Pierre Delattre.

إدراك الكلام وقارئة النمط Perception and the pattern play back

لقد اختبرا بعض الرواد الذين أسهموا في دراسة إصدار الكلام وصفاته السمعية، لكنّ قليلاً من العمل المنظم حول إدراك الكلام كان ممكناً إلى أن تكومت معرفة كافية عند علماء الكلام حول صفات الكلام السمعية وكمية صبط العوامل السمعية واحداً بعد الآخر أثناء اختصار المستمعين. إن تطوير رالف بوتّر «Ralph Potter» ورملاته مرسمة الطيف الصوتي في الأربعينيات في مختبرات بيل قد رودا بأداة سمحت للباحثين بتحليل الترددات المتمثلة في الكلام على محور الزمن على نحو مناسب، متجين عرضاً بصرياً سمي الطيف الصوتي ولقد أحدثت مرسمة الطيف هذه ترايداً معاجتاً في المعلومات حول صفات الكلام السمعية، ونقيت الأسئلة الخاصة بإدراك الكلام على ما هي عليه ما السمات الهامة للصوت المركب أثناء السماع للكلام، وما العوامل الأقل

أهميه؟ ومن أجل اكتشاف الأحوة، وانتعاء الوصول إلى الإحادات، وحد مهندس،
ولغوي، وعالم نفس جهودهم في مختبرات هاسكر (Haskins) الموجودة آنذاك في نيويورك
لتحري إدراك الكلام وتقسيه

لقد تصوّر بوتر آلة على عكس مرسعة الطيف الصوتي، حيث يدخلها أنماط
بصرية، وتقوم بتحويلها إلى صوت. وقد رأى فرانكلين كوبر في مختبرات هاسكر أن
تطوير مثل هذه الآلة سيكون وسيلة مؤثرة وفعالة في دراسة إدراك الكلام. ولد كوبر
وتلمى علومه في الينور (Illinois)، وحصل على الدكتوراه في الفيزياء من معهد
ماسوشوسنس التقني عام (1939) وأصبح كوبر مدير البحث المشارك في مختبرات
هاسكر؛ حيث مكث هناك مديراً ورئيساً لها لمدة عشرين عاماً. وحيث يعمل الآن مديراً
مشاركاً عمل كوبر، في جزء من مجهوده، على تطوير آلة تساعد العمي على القراءة،
وهي «مركب قارئة النمط» (The pattern play back synthesizer) أنظر الشكل (2.4)



الشكل 2.4 ب. س. كوبر وهو يرسم مقطعاً على قارئة النمط. كان يركب الصوت من خلال تحويل أنماط
مرسومة على حلقات فلم من، لأسبابت إلى رموز سمعية بواسطة نظام كهربائي صوتي

حصل عالم النفس ألفر ليرمان على درجة الإحارة والمأحستير من جامعة ميسوري (Missouri) وعلى الدكتوراه من جامعة ييل (Yale) وهو الآن عضو قسم علم نفس في جامعة كونيكتيكت (Connecticut)، وأستاذ مساعد في جامعة ييل. الحق بمحسرت هاسكر عام (1944) وهو الآن رئيسها، استخدم مع كوبر قارئة النمط على نحو منظم للتأكد من صحة العوامل السمعية المؤثرة في الكلام، التي تمرر وتحدد الدلائل المستخدمة في إدراك الكلام.

وبدعوة من كوبر وليرمان، انضم ديلاتر الفرنسي المولد - إلى العمل المحجري حول إدراك الكلام في مختبرات هاسكر في الخمسينيات كان ديلاتر حياً في اللعويات الفرنسية، وكان تخصصه الدقيق تعليم الأجانب التمكّن الكامل من الصوتيات الفرنسية. أشرف مدة ستة عشر عاماً على برنامج الصوتيات الفرنسية الذي كان يجري في فصول الصيف في كلية ميدل بيري (Middle Bury) في فيرمونت (Vermont) وكان عضواً في الكلية في جامعة بسلمايا معظم وقته. وكان ديلاتر يتمتع بنظر ثاقب في رسم الأعاط على قارئة النمط، وكان يتمتع أيضاً بصبر طويل في السماع لتأثيرها السمعية. لقد تعلم القواعد اللارمة لرسم الأعاط اللارمة لبعض الحمل مثل «on, my aching back» حتى أنه آلف قطعة من الموسيقى المركبة بعنوان «Scotia Plaid».

استمر التعاون بين كوبر، وليرمان، وديلاتر حتى وفاة ديلاتر وصدر عنه معظم العمل المبكر حول إدراك الكلام. وبقيت قيمة قارئة النمط، بوصفها وسيلة لإدراك الكلام، لا تصاهى حتى وصول المركبات الصوتية الحاسوبية، وبمكر للمشرف على التحرك أن يرى في اللحظة واحدة النمط السمعي بتمامه، ويمكنه أن يصت إلى صفته السمعية مراراً وتكراراً ومن خلال تغيير النغمة السمعي، الذي يعتقد أنه مهم في إدراك الكلام، على نحو منظم استطاع الباحثون الطلب من المستمعين أن يقرنوا، ويحددوا المسبب أو المتبب المركب (synthesized stimuli). ومن خلال أمثال هذه الوسائل، استطاعت مجموعة هاسكنز التي تضم العديد من الباحثين الآخرين، أن تظهر فاعلية النجربة اللعوية في إدراك الكلام، وفاعلية السياق في إدراك العوييمات واحداً بعد الآخر. ويذكر هنا فاعلية مختبرات هاسكر الرائدة في دراسة إدراك الكلام على نحو منظم لأنها تمثل مثلاً جيداً النقطة التي يريد تأكيدها وهي أن السلسل إلى علم الكلام

عدسة ومسوعة ويوجد في هاسكر اليوم مهندسون، ولغويون، ومتخصصون في أمراض الكلام، وعلماء نفس، وهم مهتمون جميعاً بالصوتيات التحريكية أو عدم الكلام

Since then

ومنذ ذلك الحين

يمكن القول، على الجملة، إن دراسة التحريكية لصفات السمعية للكلام سبق درسه فيريولوحيته. ولينا الآن كم كثير من المعلومات حول الصفات السمعية للكلام من خلال تحليل مرسومه الطيف الصوتي، أي تحليل الرمز الكلامي وفقاً لبرددات أصوات المتعددة التي تولفه، وتركيب الكلام انتظم. ولقد مكنتنا هذه المعرفة من تركيب الكلام وحسن لأجهزة الناطقة مكتبة قائمة لكن معرفتنا حول «فيريولوحيا» للكلام المعتمد على دراسات التحريكية هي أقل لكن العمل يتطور في هذا الحاسب سرعه من خلال جهود العديد من علماء الكلام في الجامعات والمحتررات في الولايات المتحدة وأمريكه وحارحها تنصرح بحث إدراك الكلام الآن في عدة اتجاهات إدراك الطفل وخيول، وطيفه بصمي كرة اصح في إدراك لكلام، وطيفه لسياق والتحررة المدعوية في إدراك الكلام، وطيفه الذاكرة والإتاه، والبحث في المراحل العاملة الموحدة في إدراك الكلام

هناك أسودن مداخلان بتقاسمان معلومات البحث في الكلام الأول هو حضور والمشاركه في اللقاءات التي نظمها المنظمات المتخصصة وأكر هذه اللقاءات في تحدث في لقاءات جميعه الجمعيات الأمريكية في خريف والربيع (ASA) حيث تقدم سحوت في هذه اللقاءات، ويتم نادل الآراء ومدان اخر لنادل الآراء المتخصصة هو الاحتماع التقليدي السنوي لجمعية الكلام واللغة والسمع الأمريكية (ASHA) حيث يخصص هذا للقاء علماء كلام ستمون إلى منظمات متخصصة أخرى على صعيد الولايات المتحدة الأمريكية والصعيد الدولي وقامت محاولة تهدف إلى تثبيت الأسس والمبادئ المطروحة المختلفة وتقويتها تمثلت بتأسيس الجمعية الأمريكية للعلوم الصوتية وتعقد اجتماعات هذه الجمعية إما على هامش اجتماعات (ASA)، وإما بعدها مباشرة وهناك مؤسسه عالميه بارزة هي المؤتمر العالمي للعلوم الصوتية الذي يجتمع مرة كل أربعة أعوام في ندان محتمله

والمنبر الثاني لتبادل الآراء ونتائج البحوث هو الدوريات التي تصدرها (ASHA) و (ASA) وهي الجمعيات الوطنية للأبصار الذكر تصدر (ASA) Journal of the Acoustical Society of America «مجلة جمعية العلوم السمعية الأمريكية» ويطلق عليها عادة (JASA)

وتصدر (ASHA) مجلة بحث أساسية واحدة وهي Journal of speech and Hearing Sesearch «مجلة بحوث الكلام والسمع» وهناك مجلة أخرى في البحث السريري وهي Journal of speech and Hearing Disorders «مجلة علل الكلام والسمع»
بينما تمثل «مجلة الصوتيات» «Journal of phonetics» منشوراً حديثاً يشدد على الصوتيات التجريبية

وهناك العديد من الدوريات الأخرى حول إصدار الكلام، وصفات الكلام السمعية، وإدراك الكلام، بذكر منها.
Speech and Language الكلام واللغة
Brain and Language الدماغ واللغة
Perception and Psychophysics الإدراك ولعبراء السمعية - النفسية
Phonetica فونتيكا
Folia Phoniatica فوليا فونياتريكا

وتظهر بعض البحوث النظرية، أحياناً، في الدورية النفسية «Psychological Review»

وتظهر كذلك بعض الدراسات الخبذة المبدعة في «مجلة الجمعية الأمريكية لتطوير العلم»

«Journal of the American Association for the Advancement of Science» وكذلك في مجلة «العلم» «Science» وعالماً ما يرسل العلماء أنفسهم نسخاً من مطبوعاتهم مجاناً بناء على طلب مكتوب.

وتتبادل مختبرات الكلام أوراق العمل أو التقارير الخاصة بحاج التجارب وتقديمها بوصف ذلك وسيلة أخرى لنشر المعلومات ومن المطبوعات التي تقرأ على نطاق واسع

«Quarterly progress Report» التي يصدرها مختبر البحث الإلكتروني في معهد ماسوشوسنس التقني في كامبردج، ماسوشوسنس، و«Speech Transmission Quarterly» التي تصدرها المعهد الملكي للتكنولوجيا (KIH) في استكهولم، السويد، و «Staqtus» Report on speech Research» التي تصدرها مختبرات هاسكر في نيويورك في كوسكيبك ونورج العديد من الجامعات أوراقاً وبحوثاً حول علم الكلام بكتبها أعضاء هيئة التدريس والطلبة هناك.

ويمثل مستقبل علم الكلام في العمل الذي يهدف إلى توضيح الطرق والوسائل التي يظهر فيها تداخل إصدار الكلام مع إدراكه، وفي العمل الذي سيقود إلى إدراك الكلام وتمييزه وتركيبه «دائياً» وسنبحث في الفصول الثلاثة القادمة بعض ما هو معروف الآن عن صفات الكلام السمعية، وإصدار الكلام، وإدراك الكلام.

مراجع الفصل الثاني

- Bell A. G. *The Mechanism of Speech*. New York: Funk & Wagnalls Co., 1908.
- Bell A. G. *English Visible Speech in Twelve Lessons*. Washington: D. C. Volta Bureau, 1895.
- Bell, M. *Visible Speech: The Science of Universal Alphabets, or Self-interpreting Physiological Letters for the Printing and Writing of all Languages in one Alphabet, elucidated by Theoretical Explanations, Tables, Diagrams and Examples*. London: Simpkin, Marshall, & Co., 1867.
- Bronstein, A., Raphael, L. J. and Stevens, Cj. (Eds.), *Biographical Dictionary of the Phonetic Sciences*. New York: The Press of Lehman College, 1977.
- Bruce, R. V. *Bell, Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude*. Boston: Little Brown & Co., 1973.
- Delattre, P. C., Liberman, A. M. and Cooper, F. S. Acoustic Loci and Transitional Cues for Consonants. *J. Acoust. Soc. Am.* 27, 1955, 758-773.
- Dudley, H. The Carrier Nature of Speech. *Bell Syst. Tech.*, 19, 1940, 495-515. Reprinted in Flanagan, J. L. and Rabiner, L. R. (Eds.), *Speech Synthesis Benchmark Papers in Acoustics*. Stroudsburg, Pa.: Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1973, pp. 22-42.
- Dudley, H., Reisz, R. R. and Watkins, S. A. A Synthetic Speaker. *J. Franklin Inst.* 227, 1939, 739-764.
- Heimholtz, H. L. F. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Braunschweig: F. Vieweg und Sohn, 1863. Translated: *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. 2nd English translation from the 4th German edition of 1877 by A. S. Ellis. New York: Dover Publications, 1907.
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P. and Studdert-Kennedy, M. Perception of the Speech Code. *Psychol. Rev.* 74, 1967, 431-461. Also in David, E. E., Jr. and Deneer, P. B. (Eds.), *Human Communication: A Unified View*. New York: McGraw-Hill, 1972, pp. 13-50.
- McKendrick, J. G. Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz. New York: Longmans, Green & Co., 1907.
- Sweet, H. *Handbook of Phonetics*. Oxford: Clarendon Press, 1877.
- Sweet, H. *History of English Sounds*. Revised. Oxford: Clarendon Press, 1888.
- Sweet, H. *A Primer of Phonetics*. Oxford: Clarendon Press, 1890.
- Wrenn, C. I. Henry Sweet: Presidential Address delivered to the Philological Society on Friday 10th May 1946. Reprinted in Sebeok, T. A. (Ed.), *Portraits of Linguists*. Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1966, pp. 512-532.

الفصل الثالث السمعيات

(الصوتيات السمعية)

**«Holla your name to the reverberate hills,
And make the babbling gossip of the air cry out.»**

اصرح باسمك إلى الهضبات التي تردد الصدى
واجعل فقاعات الهواء الناعمة تصرخ مدوية

ويليام شكسبير، الليلة الثانية عشر «Twelfth Night» William Shakespeare

تسمى دراسة الصوت بعلم السمعيات، وبمجاة أن الكلام جدول صوتي متحدد دائماً، يبدو لراماً إذا فهم طبيعة الصوت بوضوح قيل أن يفهم المرء بدقة إصدار المتكلمين للكلام وفهم المستمعين لأصواته وإدراكها.

وأول ما يجب فهمه شأن الصوت هو أنه لا يملك مادة تؤلفه إنه لا شيء، فلا يملك كتلة أو ورناً إنه عبارة عن مجموعة من الحركات أو الاضطرابات يمكن أن تحدث موجة صوتية من اضطراب في عار كاهواء مثلاً، وفي سائل كالماء أو حتى في الأشياء القاسية كأسوب أو سكة حديدية ويشكل هواء عادة وسيلة نقل الأصوات الكلامية، ولذلك فإنا سنركز في هذا الفصل على الصوت في الهواء.

إن إحدى صعوبات المحاولة الأولى لفهم الصوت هي حقيقة عدم رؤيته. وبما أن جزيئات الهواء غير مرئية للعين المجردة فإن الحلحلة المتحركة عبر الهواء لا يمكن رؤيتها. والمشكلة الثانية في فهم الصوت هي حقيقة أن معظم الأصوات مركبة. وينتج عن هذا غمط مركب من حلحلة جزئيات الهواء. وللتغلب على هذه الصعوبات في الفهم، يجب على المرء جعل ما هو غير مرئي مرئياً، والبدء بأبسط أعماط الصوت أي. النغمة الخالصة

A pure Tone: An example of simple

النغمة البسيطة

Harmonic Motion

مثال للحركة التناغمية البسيطة

بادراً ما يسمع المرء نغمة بسيطة في عالم الأصوات فمعظم الأصوات التي نسمعها من صوضاء الشوارع إلى أصوات الموسيقى، هي أصوات مركبة لأنها تتألف من العديد من ترددات العديد من النغمات التي نسمعها في وقت واحد تمتلك النغمة البسيطة تردداً واحداً من الدبنة يكرر نفسه بعدد ثابت في الثانية سمي عدد الدورات في الثانية بـ «التردد» فبعض الآلات الموسيقية مولعة على نطاق ضيق ولا تهتز إلا لعدة ترددات، ولكن للحصول على تأثير التردد الواحد تتكوّن شوكة مرناة (الشكل 3.1 بحيث تهتز أساساً لتردد محدد يصدر هذا الاهتزاز أساساً نغمة بسيطة، وهي أسط الأصوات، ومن ثم فهي الأسهل في الوصف










الشكل 3.1 شوكة مرناة تصدر نغمة بسيطة (جامعة تيمبل Temple University)

فعندما تُضرب الشوكة المرناة، وتبدأ الدبنة، ستتذبذب في حركة تناغمية بسيطة، وستتحرك شعنتا الشوكة المرناة إلى الأمام والخلف بعدد ثابت في الثانية، بغض النظر عن قوة الضربة التي سببت تحريكها أو ذبذبتها. وسبب الصدمة الأولى تحرك شعنتي الشوكة المرناة بعيداً عن حالة «الاستقرار» بسبب مرونة المواد الداخلة في تركيبها، لكن شعنتي الشوكة تعودان إلى حالة الاستقرار. تمثل المرونة القوة المعيدة التي تسبب عودة الحزتيات في وسط مرن عندما تُحرك من وضعها الأصلي إضغظ بإصبعك على القسم السمين في ذراعك أو ساقك، تكتشف أن النسيج العضلي يعود إلى وضعه

السائق سرعة لكن الحركة لا تنتهي في الحركة التناغمية البسيطة بالعودة المرنة للحزبات، أو عودة شعبي الشوكة المرانة كما في حالتنا الراهمة. فالتدندب أو المتحرك يستمر في التحرك في الفضاء المحيط الساكن بسبب العطالة، والعطالة صفة تجعل الجسم المتحرك دائم الحركة، والساكن دائم السكون، فلو كان هناك جسم ساكن مثلاً، فإننا نحتاج إلى قوة أو قدرة لإبقائه في حالة السكون أو عدم التحرك أقل من تلك القدرة التي نحتاجها في تحريكه بسبب العطالة. ومن وجهة أخرى، لو كان هناك جسم في حال الحركة فإن إبقاءه في حال الحركة أسهل من إبقائه بسبب العطالة أيضاً. وإنما يظهر نوعاً أو شكلاً أو سلوكاً من أشكال العطالة عندما يستمر في مراقبة الالتقاء بعد انتهاء برنامجنا المحسب، على الرغم من كون البرنامج اللاحق غير ممتنع أو مسئلاً بالنسبة إلينا وتستمر شعنتا الشوكة المرانة في التحرك حتى عودتهما إلى مكانهما الأصلي بسبب المرونة، ولكنها يستمران في الحركة حتى تتضاءل السرعة بسبب المقاومة، وبعد ذلك تعودان ثانية إلى نقطة الاستقرار بسبب المرونة وتكرار الدورة نفسها

لقد وصف دورة واحدة من التدبنة في الحركة التناغمية البسيطة، لكنها تسلزم مزيداً من الشرح حتى نوضح أكثر. يوضح الشكل (3.2) الخطوات التي تحدث خلال دورة ونصف دورة في دبنة الشوكة المرانة

time 1 الرمز (١)		at rest حالة الاستقرار		
time 2 الرمز (٢)		inward displacement حركة داخلية	FORCE قوة	
time 3 الرمز (٣)		back to resting place العودة إلى حالة الراحة	ELASTICITY المرونة	
time 4 الرمز (٤)		outward displacement حركة خارجية	INERTIA العطالة	
time 5 الرمز (٥)		back to resting place نهاية الدورة الأولى - العودة إلى حالة الراحة	ELASTICITY مرونة	end of first cycle
time 6 الرمز (٦)		inward displacement	INERTIA العطالة	
time 7 الرمز (٧)		back to resting place	ELASTICITY مرونة	

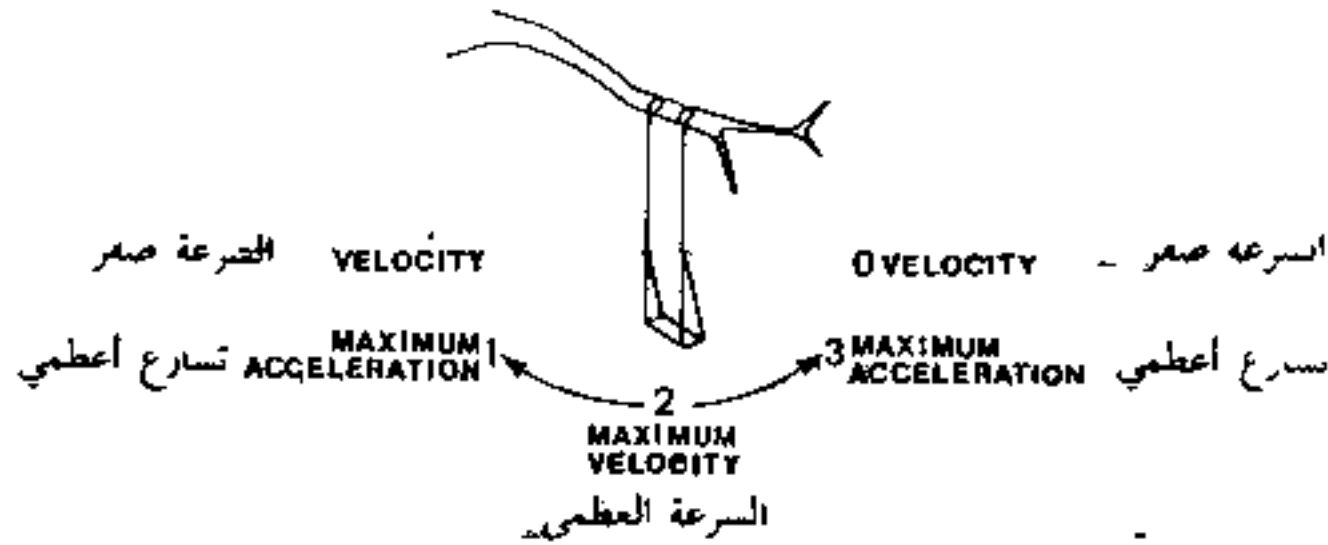
الشكل 3.2 حركة شوكة مربانة في دورة ونصف من التذبذب

The Swing` analogy: An Example Of Velocity Gradation In Simple Harmonic Motion

التمثيل بالأرجوحة مثال عن تضاعف السرعة في الحركة التناغمية البسيطة

أنظر إلى الحركة التناغمية البسيطة للأرجوحة تتدلى من عصا شجرة. فعندما تُحرك الأرجوحة من نقطة استقرارها بسحبها إلى الخلف وتركها، لن نعود إلى نقطة استقرارها فحسب بل نتمدها وتكاد هذه الحركة إلى الأمام والخلف تشبه - على برعم من اختلافها في بعض المظاهر - حركة حثثيات الهواء عندما نهتر أثناء بث الصوت

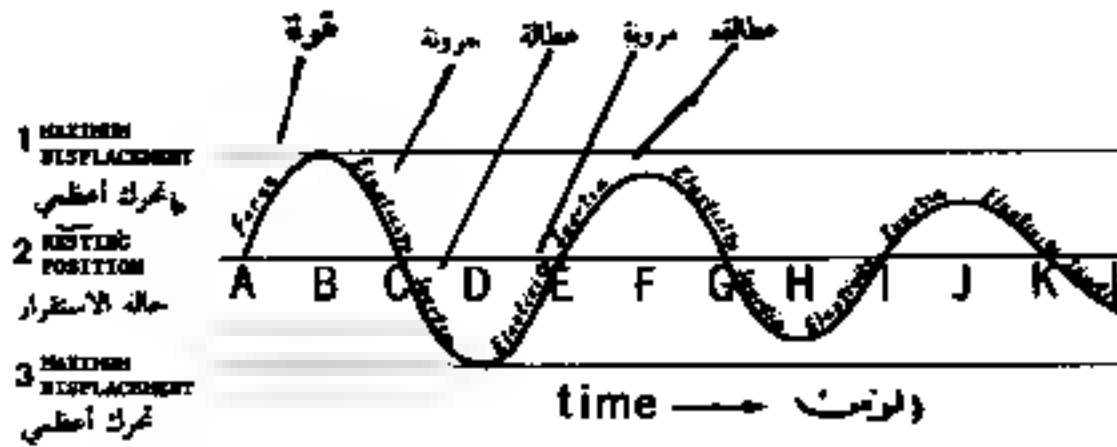
نوضح حركة الأرجوحة صفة أساسية للحركة التناغمية البسيطة وهي الطريقة المستمرة التي يعبر فيها جسم متحرك سرعته، وفي هذه الحال، سرعة يعبر الأرجوحة باتجاه معين رُقعت النقطة التي تقع تحت الأرجوحة مباشرة وهي في حال الاستقرار بالرقم 2 - في (الشكل 3.3)



الشكل 3.3 الحركة التناغمية البسيطة لأرجوحة تكون سرعة الأرجوحة صغراً عند هاتين رحلتها عندما تعبر اتجاهها وتبلغ السرعة أقصى في النقطة 2 - نقطة منتصف الرحلة

نَحْيَلُ أَنَّ قُوَّةَ مَا سَوْفَ نَحْرُكُ الأَرْجُوحةَ إِلَى النِّقْطَةِ -3- حَتَّى نَتَوَقَّفَ تَمَاماً. تَتَغَيَّرُ سُرْعَةُ الْحَرَكَةِ أَثْنَاءَ التَّارُجُّعِ وَتَتَضَاعَلُ السَّرْعَةُ تَدْرِيجِيّاً عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ الأَرْجُوحةُ مِنْ -1- وَ -3- حَيْثُ تَهْبِطُ إِلَى الصُّفْرِ لِلْحِظَّةِ قَبْلَ أَنْ تَغْيِرَ اتِّجَاهَهَا. وَتَتَّصِلُ السَّرْعَةُ إِلَى مَدَاهِي الأَعْظَمِ فِي كُلِّ مَرَّةٍ تَمُرُّ فِيهَا الأَرْجُوحةُ فَوْقَ نَقْطَةِ الاسْتِقْرَارِ. وَحَيْثُ أَنَّ الأَرْجُوحةَ تَبْلُغُ نَقْطَةَ تَتَوَقَّفُ فِيهَا تَمَاماً وَذَلِكَ فِي نَهَائِي كُلِّ شَوْطٍ، سَيَحْدُثُ «التَّزَايِدُ الأعْظَمِي» عِدَّةً، وَهُوَ نِسْبَةُ تَغْيَرِ السَّرْعَةِ عِنْدَ هَاتَيْنِ النِّقْطَتَيْنِ الِوَلَقَتَيْنِ فِي أَقْصَى بَعْدٍ حَيْثُ تَغْيَرُ الأَرْجُوحةُ اتِّجَاهَهَا.

فَلَوْ رَسَمْتَ حَرَكَةَ الأَرْجُوحةِ عَلَى مَحْوَرِ الزَّمَنِ فَبِإِنِّهَا مَسْتَدَوٍ كَمَا فِي الشَّكْلِ (3.4).



الشكل 3.4: شكل موجة ناتج عن رسم حركة تناغمة بسيطة لأرجوحة

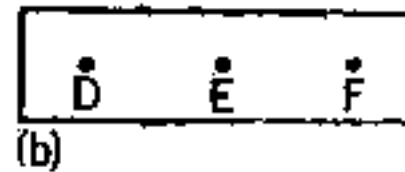
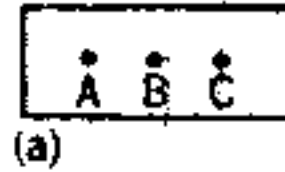
أَعْطَيْتِ السَّرْعَةَ دَرَجَةَ الصُّفْرِ وَتَسَارَعاً أَعْظَمَ فِي النِّقَاطِ B, D, F, H, J, وَ L. وَأَعْطَيْتِ السَّرْعَةَ الْقُصْوَى أَثْنَاءَ تَقَاطُعِهَا مَعَ نَقْطَةِ الصُّفْرِ (مَوْقِعَ نَقْطَةِ الاسْتِقْرَارِ): أَيْ C, E, G, I, وَ K. لَاحِظْ أَيْضاً أَنَّ الْحَرَكَةَ تَتَلَاشَى تَدْرِيجِيّاً نَتِيجَةَ فَقْدَانِ الْقُدْرَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ الْإِحتْكََاكِ يَسْمَى هَذَا النِّقْصَانُ فِي سَعَةِ الْحَرَكَةِ بـ «التَّضَاوُلِ» أَوْ «التَّخَافُتِ». لَاحِظْ أَيْضاً أَنَّهُ عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ شَوْطَ حَرَكَةِ الأَرْجُوحةِ يَتَلَاشَى تَدْرِيجِيّاً لَكِنَّ دَرَجَةَ تَرَدُّدِهِ تَبْقَى ثَابِتَةً. وَالتَّرَدُّدُ هُوَ عِدَدُ الدُّوَرَاتِ فِي الثَّانِيَةِ، وَكَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي

الشكل 3.4 فإن الوقت الذي تستهلكه الأرحوحة لتقطع شوطاً كاملاً من A إلى E يساوي تماماً الوقت الذي تستهلكه من E إلى A ويسمى الوقت الذي يستهلك في كل دورة بـ «الفترة»، فلو كان التردد يساوي عشرين دورة في الثانية ستكون الفترة مساوية عندئذ، لـ $1/20$ من الثانية أو خمسين ميليسكند. وشكل الحركة التناغمية البسيطة هو شكل الموجة الجيبية نفسه فالمعط بسيط لأنه لا يوجد سوى تردد واحد من الدبذبة إنه يكرر نفسه حتى يتلاشى ومن ثم فهو دوري

حركة الجزيء في الصوت Particle movement in Sound

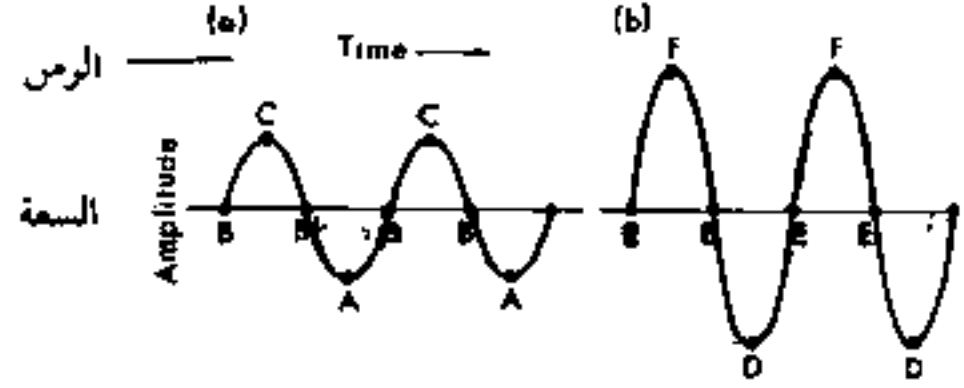
تتحرك الجزيئات الفردية في صوت بعمق بسيطة استجابة لمذبذب بعمق بسيطة كما في الحركة الساعمية البسيطة لكن هذه الجزيئات لا تتحرك على شكل قوس كما هي الحال في حركة الماقوس أو الأرجوحة. إن حركة جزيئات الهواء المتحركة استجابة لمذبذب حركة تناغمية بسيطة تتحرك بحركة توافقية بسيطة، ولكن في اتجاه انتشار الموجة، كما سيوضح ذلك على نحو مفصل في هذا الفصل

حاول التحرك بحركة تناغمية بسيطة صاع إصبعك أو قلم رصاص على الدائرة الوسطى المعلمة بـ B في الشكل (A 3.5) حرك القلم أو إصبعك إلى C وبعد ذلك إلى A، وبعدها إلى C تابع هذه الحركة بتردد بطيء نوعاً ما ولكن من دون توقف حاول تحريك إصبعك بالتردد نفسه، ولكن بجعل الشوط أكبر اعساراً من نقطة الاستقرار مستخدماً الشكل (B 3.5) كي تحدد المدى



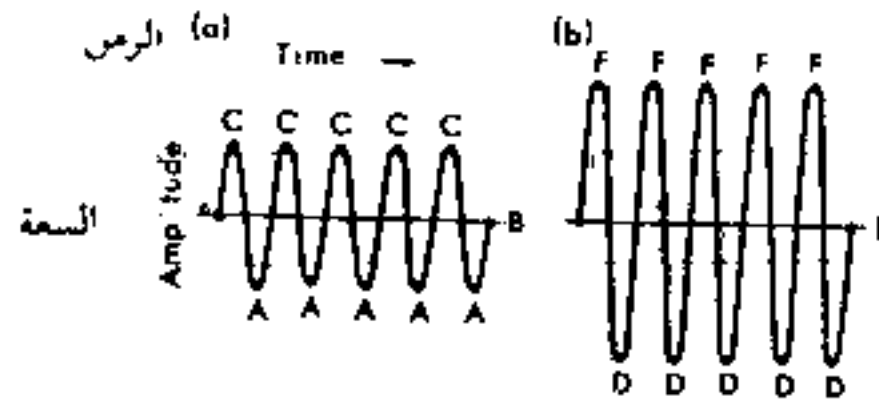
الشكل 3.5 فلند حركة تناغمية بسيطة من خلال تحريك إصبعك على نحو متواتر (منتظم) من (B) إلى (C) فد (B) دع إصبعك تتذبذب تدريجياً وبعيد السرعة باستمرار. كرر التحركة نفسها ولكن بتساؤل السعة وبالتردد نفسه.

يمكن إيصاح الحركات التي تصنعها بقلم الرصاص أو إصبعك على محور الزمن من خلال رسم السعة يسمى الشكل، عندئذٍ، (السعة على محور الزمن) بشكل الموجة كما في الشكل (3.6)



الشكل 3.6 شكل الموجة للحركة التناغمية البسيطة في الشكل 3.5. تختلف (a) عن (b) في السعة لكنهما يتساويان في التردد.

دعنا نعد الآن إلى الشكل (3.5). حاول تجربة الحركة التناغمية البسيطة سعة ثابتة نسبياً بين (A) و (B) ولكن حاول أن يكون التردد مرتفعاً نسبياً (عدد الحركات متزايد في الثانية الواحدة) سنبعد أشكال الموجات، عندئذٍ، كما في الشكل (3.7)



الشكل 3.7 أشكال موجات لتردد أعلى من ذلك في الشكل 3.6 تختلف (a) عن (b) في السعة ولكن يتساويان في التردد.

تمثل هذه الحركات إلى الأمام والخلف فوق نقطة الاستقرار سخاً مكثراً عن حركة حريء مستقل بداته عندما ترون نغمة بسيطة واحدة فلوربت شوكة مرانة مصممة على أن ترون بتردد يساوي 440 دورة في الثانية في منتصف عرفة، سيتحرك كل حريء هوائي، في العرفة عددي، من مكانه. في البداية، سيتحرك بعيداً عن الشوكة المرانة (سبب القوة الفاعلة فيه من الحريء المحاور) وبعد ذلك، سيعود إلى نقطة الاستقرار (سبب المرونة) وبعد ذلك باتجاه الشوكة المرانة (سبب العطالة)، وبعدها باتجاه نقطة الاستقرار (سبب المرونة) وهلم جرا ما دام الاهتزاز مستمراً. وسيتم كل حريء هوائي 440 دورة من هذه الدورات في كل ثانية

حركة موجة الضغط في الصوت Pressure Wave Movement in Sound

لم نزل في بحث تحليل حركة الحزئيات المنردة من خلال مسبب في النعمه السيطه فلونحرك كل حريء في مكانه، فكيف سيتحرك الخلخل من موقع إلى آخر تبدأ الحزئيات المحيطة بالمدبب التحرك قبل الحزئيات البعيدة عن مصدر الصوت تقوم الحزئيات الهوائية المتذبذبة في الحركة التاعمية السيطه بحلجنة الحزئيات المحاوره، وبذلك يتم نقل الخلخل عن مصدر الصوت وبثه. تأخذ هذه الخلحلة شكل موجة صعط تنتشر باتجاه الخارج تماماً كما تنتشر الموجات المائية الصغيرة من نقطة في مياه راكلة بعد أن ترمي فيها حصاة. وبما أن النعمه السيطه حركة دورية، فإن موجة الصعط تتكرر وتُنع بموجات صعط متساوية البعد فيما بينها

يمثل الشكل 3.8 رسماً توضيحياً لعشره من حزئيات هوائية منفردة.

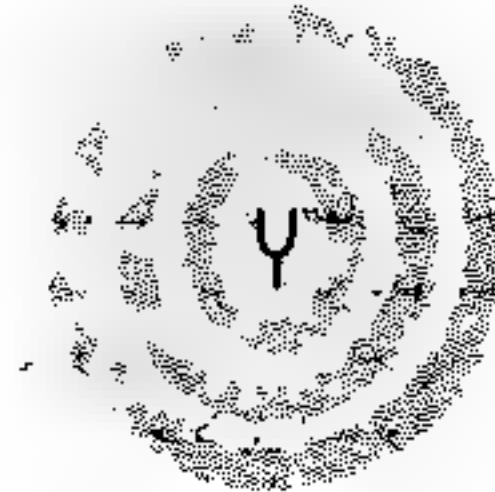
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
الرمز TIME	1	*	x	□	*	○	□	*	x	□	*	
	2		xx	□	*	○	□	*	x	□	*	
	3	*		xx	*	○	□	*	x	□	*	
	4	*	x		□	*	○	□	*	x	□	*
	5	xx		□	*	○	□	*	x	□	*	
	6	■	xx		*	○	□	*	x	□	*	
	7	*		xx	*	○	□	*	x	□	*	
	8	*	x		□	*	○	□	*	x	□	*
	9	xx		□	*	○	□	*	x	□	*	
	10	xx		*	□	*	○	□	*	x	□	*
	11	*	xx		*	○	□	*	x	□	*	
	12	*	x		□	*	○	□	*	x	□	*
	13	xx		□	*	○	□	*	x	□	*	
	14	xx		*	□	*	○	□	*	x	□	*

الشكل 3.8 مخطط بياني لعشرة جسيمات هوائية في حركة تناوعية بسيطة في 4 نقطة من محور الرمز مصدر الصوت هو الطرف اليساري تحرك الموحات المضغطية باتجاه اليمين ومحور الوقت من الأعلى إلى الأسفل لاحظ، رغم أنه أشير إلى الموحة المضغطية من خلال تجمع ثلاثة جسيمات متقاربة تتحرك من اليسار إلى اليمين، أن كل جزيء بمفرده يتحرك نسبياً في حركة تناوعية بسيطة محدودة

يشير الرمز (1) إلى حال الجزيئات في حالة الاستقرار قبل أن يبدأ مددب الحركة التناوعية البسيطة بالحركة لاحظ أن المسافة بين الجزيئات متساوية تماماً في هذه المرحلة أما في الرمز (2)، فنجد أن الحركة الخارجية لإحدى شعبي الشوكة المرانة قد أجبرت الجزيء A على التحرك بعيداً عنها، ومن ثم الاقتراب من الجزيء B. أما في الرمز (3) فنجد أن الجزيء A قد عاد إلى موقعه في حالة الاستقرار بسبب كون الهواء وسيلة مرنة. لكما نجد الجزيء B قد تحرك (أثناء الرمز 2) بتأثير صدمة الجزيء A لاحظ أنه بمرور الزمن، نجد أن مساحات من الانضغاط، تكون فيها الجزيئات قريبة من بعضها، تتبادل دورياً مع مساحات من الخلخلة، تكون فيها الجزيئات أكثر تباعداً، فعلى سبيل المثال نجد في الرمز (7) مساحة من الانضغاط العالي مشكلة من D,C,B محاطة بمساحات من الضغط المنخفض نسبياً وبوصلنا للرمز (10) نجد أن الموحة الانضغاطية الأولى قد انتعدت عن مصدر الصوت وتتألف الآن من الجزيئات G,F,E وفي الوقت نفسه نجد موحة انضغاط أخرى تصدر من المددب مؤلفة من الجزيئات C,B,A

إنه من المفيد والمساعد أن نتحيل موجات انضغاطية تتحرك عبر وسيلة من خلال تجربة بسيطة نستخدم فيها سلكاً ملفوفاً. وهناك لعبة في الأسواق الآن اسمها Slinky تفني بالفرص على نحو مناسب. أنشر السلك الملفوف على طاولة بين يديك، ثبت أحد الأطراف بثبات، وحرك الطرف الثاني إلى الأمام والخلف في حركة تناغمية بسيطة حتى يمكنك ملاحظة تدفق الموجات من خلال الملف. لاحظ أن الموجات تنتشر باتجاه حركة اليد نفسها يسمى هذا الأعمودج من الموجات، الذي تكون فيه حركة الجزيئات بنفس اتجاه حركة الموجة نفسه بـ «الموجة الطولية» والموجات الصوتية هي موجات طولية في الهواء أو السائل. بينما تسمى الموجات الناتجة عن رمي حصاة أو غمس إصبع في الماء بـ «الموجات العرضية»، لأنه على رغم ابتعاد الموجة عن مصدر الخلخلة، لكن الجزيئات المائية تتحرك بزوايا قائمة إلى الأعلى والأسفل بالنسبة إلى الموجة

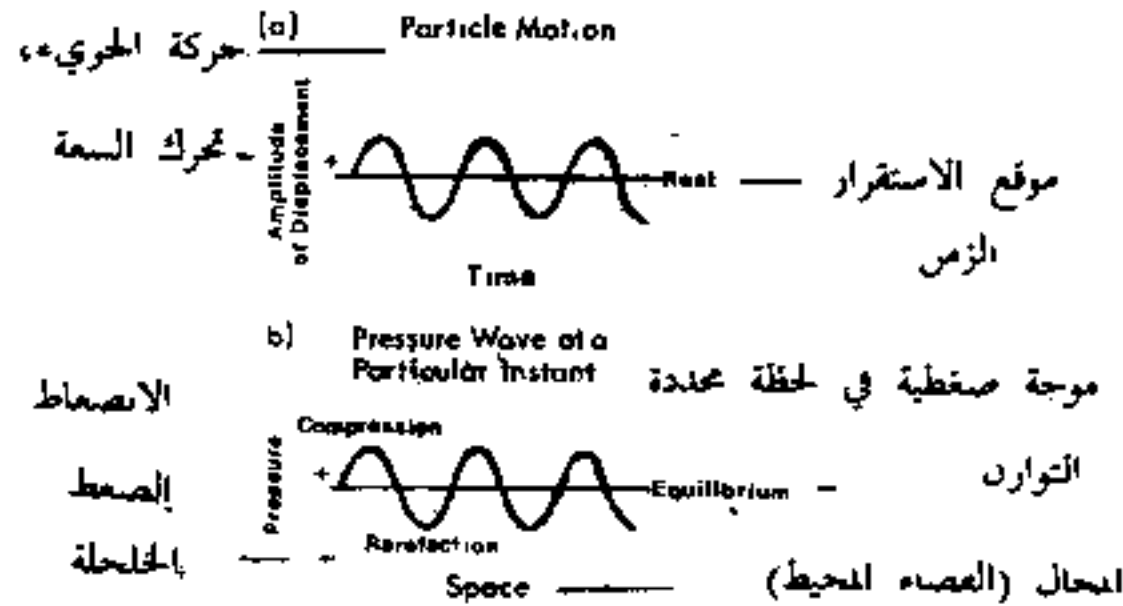
فلو صبغت كافة الجزيئات الهوائية في غرفة باللون الأخضر، فسنجد عددياً، أن الشوكة المرنانة في منتصف الغرفة ستحاط بدائرة من اللون الأخضر العميق نسبياً (مساحة من انضغاط الجزيئات الهوائية) تتحرك بعيداً عن المذبذب، فعلى الرغم من تحرك كل جزيء إلى الأمام والخلف في مكانه لكن الاضطراب سيتحرك خلال الغرفة وتتبع كل مساحة انضغاط في الجزيئات بمساحة من اللون الأخضر الكاشف (مساحة خلخلة تتبع هي نفسها بمساحة أخرى عن الانضغاط (أنظر الشكل 3.9) وتنتشر موجات الانضغاط من المذبذب في كافة الاتجاهات.



الشكل 3.9 موجة ضاغطة تنشأ عن مصدر صوتي (يجب أن تختص المساحات الانضغاطية المذبذب في شكل كروي لم يشر إلى هذا التمثيل في هذا الشكل الثاني الأبعاد محسب)

يمكن رسم الموجات الانضغاطية على صورة موجة حبيبية بالطريقة نفسها التي متلنا فيها حركة الجزيء المنفرد يظهر الشكل (3.10) هذه العلاقة.

تشكل أشكال الموجات تمثيلاً شائعاً للرموز والإشارات الصوتية فالموجة الصوتية هي السعة منتشرة على محور الزمن. من ثم تمثل حركة الجزيء كما في الشكل (3.10.a)، لكننا نفهمها أيضاً بوصفها تمثل الاختلاف والتغيرات في الضغط في الوسط الناقل على نحو تام كما في الشكل (3.10.b).



الشكل 3.10 - (a) شكل موجة لعممة بسيطة -
 (b) صورة للاختلافات الضغطية في العصاء المحيط
 تناظر أشكال الموجات

تمثل مرسمة أشعة الكاثود وسيلة يمكنها إظهار أي صوت في شكل موجة. نذكر أن حركة أي جزيء مستقلة، إن كانت مرئية، لن تبدو كشكل تلك الموجة، لكن شكل الموجة عبارة عن تمثيل مجرد للحركات التي يقوم بها الجزيء من موقعه في حالة الاستقرار خلال فترة زمنية محددة، وتشير سعة الحركة إلى شدة أو قوة الصوت، ومن خلال العلوم المتعارف عليها، يشير الإحداثي الراسي، في أغلب الأحيان، إلى وحدات الشدة، بينما يمثل الرسم على طول المحور الأفقي وفقاً للعلوم المتعارف عليها أيضاً.

المكونات الأساسية للصوت Essential Constituents of Sound

هل هذه الملاحظات الانعكاسية الدورية صوت؟، إنه سؤال موقوف «الشجرة المسنة القديم في الغابة. فلو سقطت شجرة في غابة ولم يوجد هناك من يسمعها الته، فهل هناك صوت؟ إننا نعرف أنه لا بد من وجود شروط أساسية قبلية للحصول على الصوت: شيء يتحرك ووسط (الهواء في مثالنا) يتحرك الاضطراب من خلاله. ولكي تتم تعريف الصوت، يجب أن يكون الاضطراب مسموعاً، ويجب أن يكون قلجراً على إصدار دندبات ماطرة في أذن مستقبلة، لكن أذان الحيوان المختلفة مولعة لسماع أصوات مختلفة فالحفايش تسمع أصواتاً ذات ترددات عالية جداً لا يمكن للأذن البشرية سماعها. وعلى الرغم من أن بعض المعاجم تحدد تعريف الصوت بالدندبات التي تسمعها الأذن البشرية، لكن ذلك يبدو تقييداً غير ضروري وهو هذا وداك، هناك بعض الدندبات التي لا يمكن سماعها من جانب أي حيوان على الأرض إما لارتفاع ترددها أو لانخفاضه على نحو مطلق أو لانخفاض شدتها انخفاضاً كبيراً هل يمكن تسمية الاضطرابات الناتجة عن هذه الدندبات بالصوت تبدو هذه وجهة نظر متطرفة أيضاً

دعنا نعرف الصوت اعتباطياً بأنه اضطراب مسموع في وسط يسسه مصدر ما ويمكن للمصدر أن يكون وتر قيثارة استمد قوته من لمسة إصبع بشرية أو من الجبال، الصوتية المتحركة عند الاسان بواسطة الهواء المدفوع من الرئتين ويمكن أن يكون الوسط عاراً أو سائلاً أو مادة قاسية نسبياً ويمكن لأية وسيلة مطاطية أو مرنة أن تنقل الإشارة السمعية. يجب أن يكون الاضطراب قوياً بحيث يسبب تذبذبات مماثلة في جهاز استقبال يمكن للجهاز الاستقبال أن يكون الجهاز السمعى لأي مخلوق يشكل الرمر الصوتي فيه رماً مسموعاً ووفقاً لتعريفنا يمكن أن يسمى سقوط الشجرة الذي يسبب اضطراباً مسموعاً، حتى إن لم يسمع، صوتاً

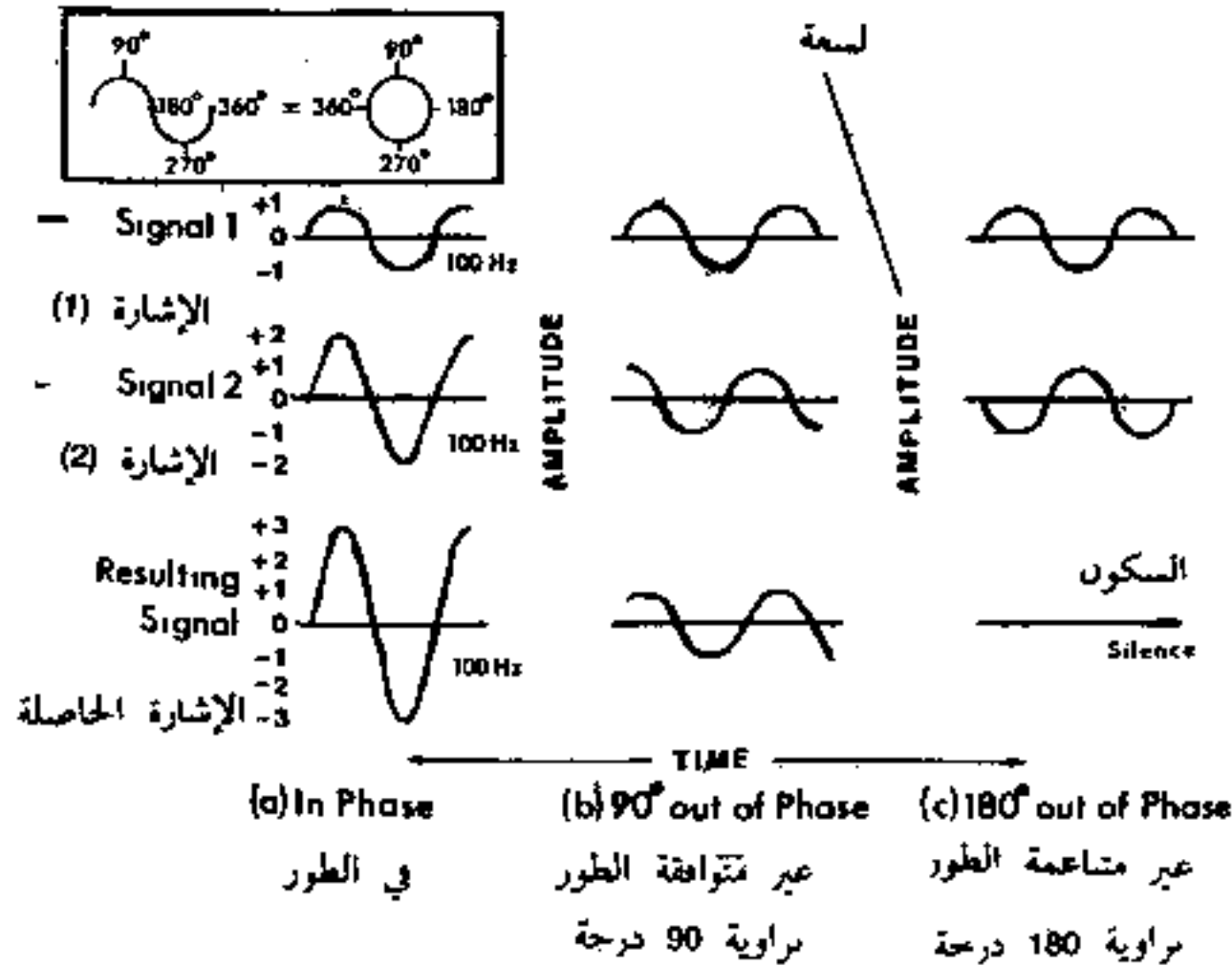
أنماط التداخل

Interference

من المدهش أنه يمكن ملء الهواء بالعديد من الأصوات التي يمكن بثها في وقت واحد جميعاً. وبما أن جزيئات الهواء تهتز في مكانها، فهي من ثم قادرة على الاستجابة للعديد من الإشارات في الوقت نفسه، لكنه يمكن للأصوات ذات التردد الواحد أن تتداخل فيما بينها على أية حال يمكن لهذه الظاهرة (التداخل) أن تحدث عندما يولد التردد من مصدرين، أو، كما يحدث في أغلب الأحيان، عند ارتطام الإشارات الصوتية بعائق كحائط، مثلاً، وتتسابق فيما بينها في هذه الحال

يمكن لشكلي الموجتين في إشارتين تمتلكان تردداً مشتركاً أن يجمعاً على نحو مباشر ويعتمد شكل الموجة الحاصلة على علاقة الطور بين الإشارتين ولكي نفهم علائق الأطوار، من المفيد أن نفهم دورة من الدبذبة بوصفها دائرة كاملة. تمتلك كل دائرة مجموعاً نهائياً قدره 360 درجة وبذلك تكون نصف الدائرة 180 درجة، وربع الدائرة 90 درجة، في حين يساوي $\frac{3}{4}$ الدائرة 270 درجة يمكن النظر إلى الموجة الحبيبية على أنها دائرة مفتولة ومفتوحة في المنتصف كي نستطيع تمثيل محور الرسم كما في الشكل (3.11)

فلو كانت هناك إشارتان لها التردد نفسه وفي الطور نفسه (وفي السعة نفسها)، ستتكرر، عندئذ نرى موحاتها الضعفية وبطورها في الوقت نفسها وستساوي سعة شكل الموجة الحاصلة الضعف. يوضح الشكل (3.11) إشارات بغمات بسيطة بالطور نفسه عبر متاعمة الطور براوية قدرها 90 درجة، ومتصادة الطور (غير متاعمة الطور براوية قدرها 180 درجة) فعندما تكون الإشارات عبر متاعمة الطور براوية قدرها 90 درجة نسق أحدهما الإشارة الأخرى ربع دورة وبعد أية لحظة ستكون سعة الموجتين ببساطة حاصل جمعها وعندما تكون هناك إشارتان سمعيتان لها الدرجة نفسها من الدبذبة ومتصادتان الطور (غير متاعمة الطور بزواوية قدرها 180 درجة) ستكون النتيجة هي السكون، لأن كل حريء سيتلقى قوتين متساويتين وباتجاهين متعاكسين (متصادين في الاتجاه) ولذلك يبقى كل حريء في حالة السكون



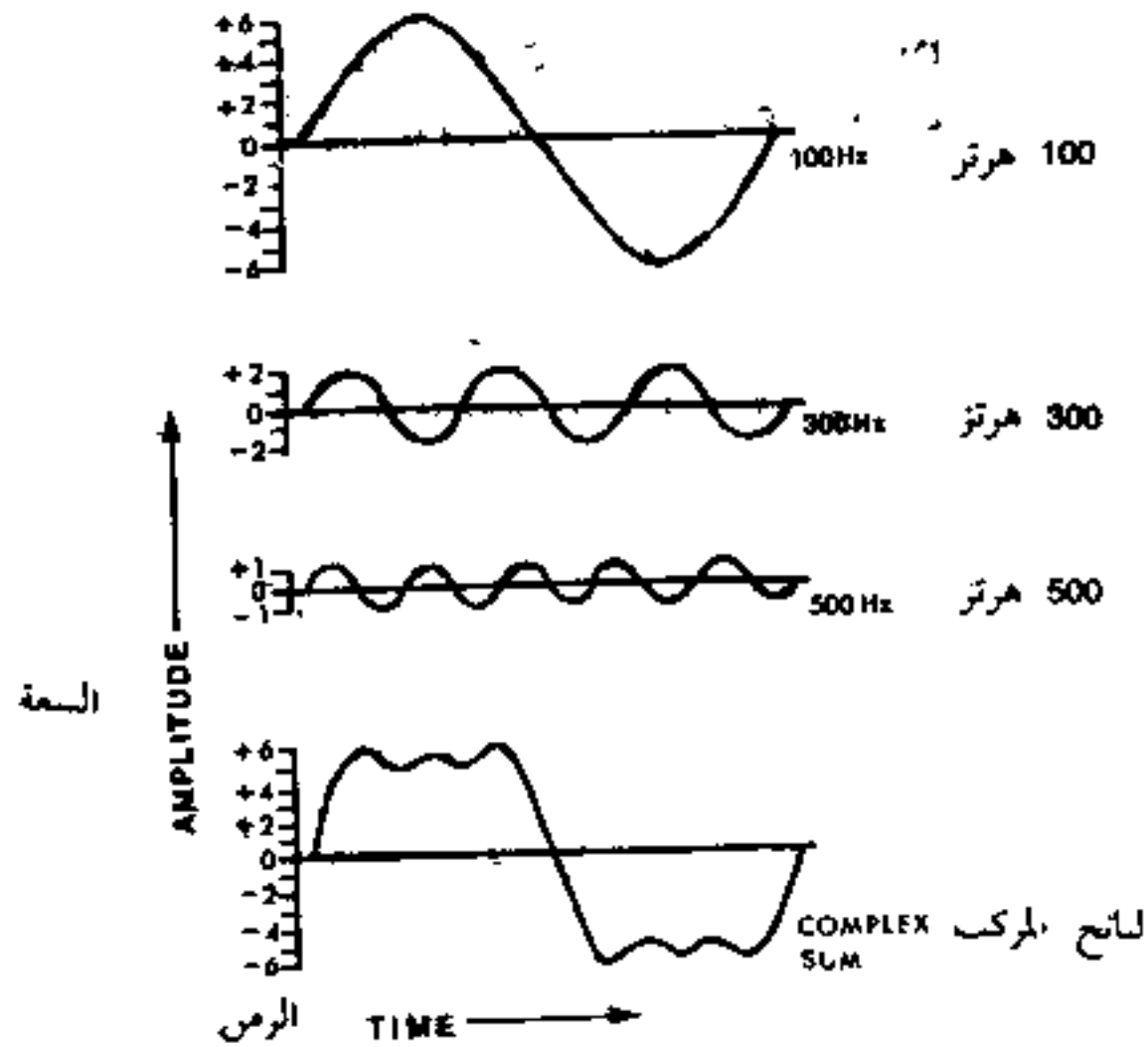
الشكل 3.11 نتيجة الجمع بين نعمتين بسيطتين (الإشارة 1 والإشارة 2) مختلفتين في الطور والسعة وتساويان في التردد نفسه وفي كافة الأحوال، ستكون الإشارة الحاصلة نعمة بسيطة لهما التردد نفسه، ولكن سيتغير الطور والسعة. إن الجمع بين نعمتين بسيطتين بنفس التردد والسعة ولكن متصادمتا في الطور ينتج عنه السكون كما هو موضح في العمود (2).

وتكون مشكلة تداخل الأنماط الموجية حادة خاصة في تصميم قاعات الأوبرا التي يتطلب تصميمها مهندسين مهرة في الخصائص السمعية في الهندسة المعمارية. وإن لم يوضع في الحسبان كل الاعتبارات المتعلقة بالخصائص السمعية في تصميم قاعات الأوبرا، فإن الأصوات التي ستعرف داخلها ستعكس من الجدران القاسية على نحو ترجع فيه الصدى، ويعني هذا أن الصوت سيمطأ أثناء دهبه وارتداده، وسيجمع ذلك

المستمعين من سماع الصوت اللاحق على شكل مناسب. وستكون الأصوات صاحبه في بعض الأماكن وحافته في أماكن أخرى سبب تداخل أنماط الموجات أيضاً. ويساعد في حل المشكلة وجود حشد كبير من المستمعين يرتدون ألثة ماصة للصوت، كما يساعد في ذلك المواد الماصة المستحلبة في رخرفة الجدران والسقف. ومن وجهة أخرى، فإن وجود مواد حافظة للصوت كثيراً سيجعل قوة الصوت حامله. إن تحقيق التوازن الصحيح شيء صعب المبال. ومع ذلك لا يود أحد ما أن يكون سبيء الخط ويجلس في بقعة ميتة سمعياً في مدرج كبير حيث الأنماط الموحية سبب ارتداد الصوت من جهة وامتصاصه من جهة أخرى، بحيث يؤدي إلى إلغائه ولو جزئياً.

النغمات المركبة Complex Tones

تُصدر معظم مولدات الأصوات، على خلاف البشورة المربانة، دندبات مركبة وبدلاً من أن تتذبذب الأصوات في حركة تناغمية بسيطة تتحرك على نحو مركب مؤلفة من أكثر من تردد واحد. وعندما ترسم هذه الحركات، نجد شكل موجة أكثر تعقيداً يأخذ مكان موجة النغمة البسيطة. ولكي تفهم اشتقاق النغمة المركبة أو تركيبها ما عليك إلا أن تصيف موجتين جيبيتين بترددات مختلفة أحدهما إلى الأخرى. إنه من الضروري أن نتذكر أنه يمكن الجمع بين العديد من الأصوات التي تتمتع بالتردد نفسه وبالطور نفسه كما في الشكل (3.11) لكن النتيجة ستكون دائماً موجة جيبية أي، تمثيل لنغمة بسيطة. لكنه إن جمعت نغمتان بسيطتان أو أكثر، وترددات مختلفة، فستكون النتيجة نغمة مركبة. يظهر الشكل (3.12) مثلاً في جمع النغمات البسيطة لتشكيل نغمة مركبة.



الشكل 3.12 شكل موجة لعمدة مركبة مشتقة من ثلاث نغمات بسيطة مختلفة الترددات

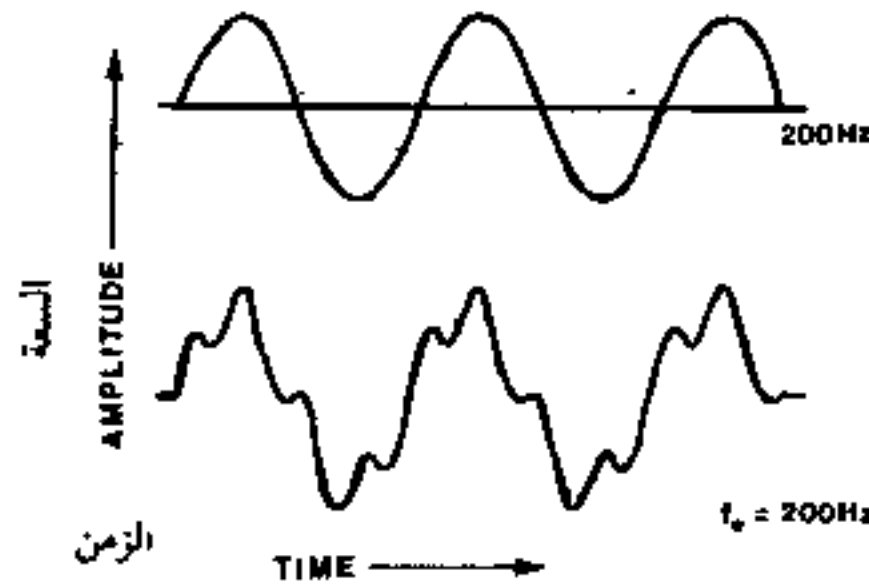
هناك نوعان من الأصوات المركبة، في الأول - تكرر أنماط التذبذب نفسها بغض النظر عن درجة تركيبها وتسمى «دورية»، بينما يكون التذبذب في النوع الثاني اعتباطياً، ولا يمتلك نمطاً متكرراً ويسمى «لا دورياً».

اعرف نغمة موسيقية على البيانو أو غنّ (آه)، ستتشكل الأصوات الناتجة موجات مركبة ولكنها دورية. ارم كتاباً على الأرض، أو حاول أن تصفر من خلال أسنانك، ستكون الأصوات الناتجة موجات مركبة (أكثر من تردد واحد) ولكنها لا دورية في أشكال موجاتها.

Harmonics: Characteristic of periodic com-

Complex Tones: التوافقيات ، سمة النغمات المركبة الدورية .

تصدر الذبذبات المركبة الدورية إشارات تكون فيها ترددات المكونات مضاعفات صحيحة لأدنى تردد في النمط المتكرر أو ما يسمى بـ «التردد الأساسي» يمثل الشكل (3.13) شكل موجة لموجة صوتية دورية مركبة مشابهة للموجة التي تصدر عندما تقول امرأة (آه)، تظهر وهي مشابهة لشكل نمعة بسيطة ذات تردد قدره ٢٠٠ دورة في الثانية



التردد الأساسي = 200 دورة في الثانية .

الشكل 3.13 شكلا موجتين الأولى نمعة بسيطة، والثانية مركبة كل منهما ذات تردد قدره 200 دورة في الثانية

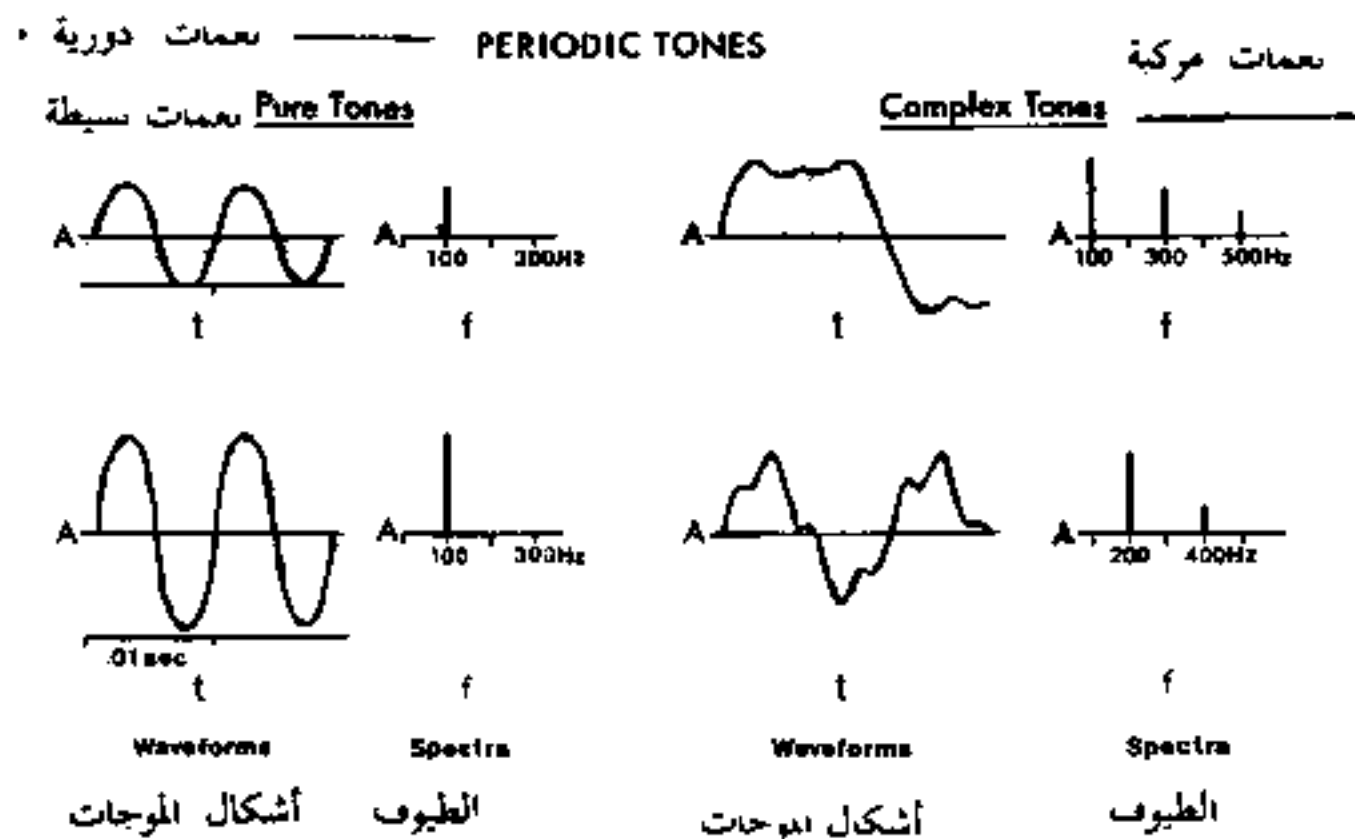
من الواضح أن النمطين يكرران نفسيهما بالتردد نفسه . يسمى هذا التوافقي الأول بـ «التردد الأساسي» (يختصر بـ F_0). وتكون الترددات الأعلى مضاعفات صحيحة لتردد F_0 وفي مثالا، سيكون تردد التوافقي الثاني 2×200 أو 400 دورة في الثانية، وسيبلغ التوافقي الثالث تردداً مساوياً لـ 3×200 أو 600 دورة في الثانية وهكذا

دوليك يسمى f_0 في الفيرياء بـ «التوافقي الأول»، سها يسمى «التوافقي الأول في الموسيقا» «المصاعف الأول» للتردد الأساسي (أي: 2×200) وذلك تقيد سب بعض الإرباكات والتشوش.

يعرض شكل الموجة معلومات عن السعة والزمن. وعلى الجملة، ليس من السهل تقدير سعة التوافقيات المنفردة من شكل الموجة المركبة. يمكن الحصول على معلومات حول التردد من خلال إحصاء عدد المرات التي يكرر النمط فيها نفسه في كل ثانية. وهذه العملية سهلة في النغمة البسيطة فحسب، لكنها صعبة في النغمة المركبة؛ لأنه لا يمكن عد سوى F_0 بسهولة.

وهناك نموذج آخر لعرض الأنماط المتذبذبة يسمى بـ «الخط الطيفي» أو «الطيف السموي» يمثل فيه الإحداثي الرأسي سعة الإشارة كما أشرنا مقدماً، بينما يمثل الإحداثي السيني التردد. حيث يمكن إرجاع أية إشارة دورية مركبة أو تحليلها رياضياً إلى مكوناتها الترددية، وهذا اكتشاف اكتشفه ح. ب. فورير «J.B. Fourier» في فرنسا في الربع الأول من القرن التاسع عشر.

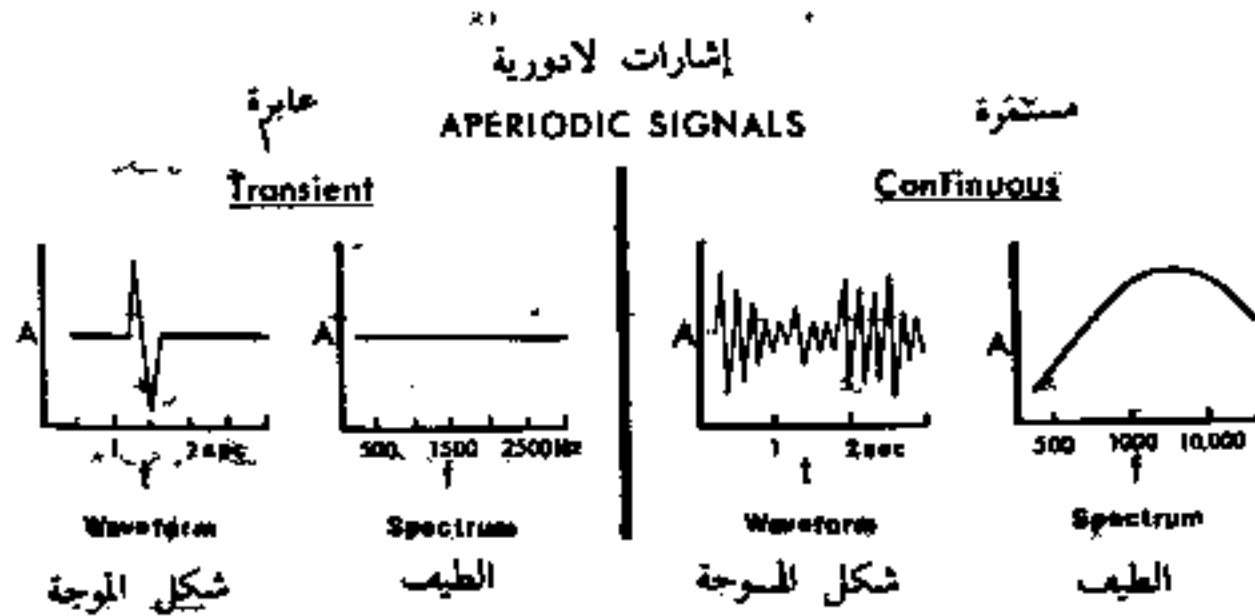
لعل مراجعة عامة لأشكال الموجات التي استعرضت قبلاً، لكنها الآن مصحوبة بأطيافها المناظرة كما في الشكل (3.14)، تفي بعرض التمييز بين نوعي عرض الأنماط المتذبذبة



الشكل 3.14 أشكال موجات وطيفيها الملاحظة تمثل بالإشارتان في الجهة اليسرى دبدبات بردد واحد (نغمة بسيطة)، بينما تمثل الإشارتان في الجهة اليمنى دبدبات مركبة مختلفة، حُللت بوصفها تردداً أساسياً وتوافقيات أعلى

الإشارات المركبة للادورية، A Periodic Complex Signals

تمثل أصوات سقوط كتاب لورصفير خارج من بين الأسنان إشارات مركبة، لأنها تتألف من أكثر من تردد واحد، لكن الترددات هنا لا ترتبط توافقياً كما هي في الأصوات الدورية وفي كلتا الحالتين، يوضع الهواء في إثارة اعتباطية ويبددات مصاعفة في النتيجة. وأشكال الموجات لا دورية لأنه لا يوجد تكرار لمط متحرك. سقوط الكتاب يصدر صوتاً مؤقتاً يتمثل بنقطة من الضوضاء تبقى لفترة وجيزة، بينما يكون الصفيح مستمراً، ويبقى طالما أن الهواء يخرج بعنف من خلال فتحة ضيقة. يمكن رسم الطيف السعوي للإشارات اللادورية والدورية على حد سواء، يري الشكل (3.15) أشكال موجات وطيفها السعوي لإشارات أصوات لادورية النموجية



الشكل 3.15 إشارات صعب تمثل الصور في الجهة اليسرى شكل موجة والطيف الماظر لصوت يشبه صوت سقوط كتاب. وبما أن الترددات متعددة وعشوائية، فقد تمت الإشارة إلى سعة متوسطة دون الإشارة إلى سعة الترددات منفردة. بينما تمثل الرسوم في الجهة اليمنى شكل موجة والطيف السعوي الماظر لصوت صفيح. كما تمت الإشارة إلى سعة بوضوح دالة للتردد

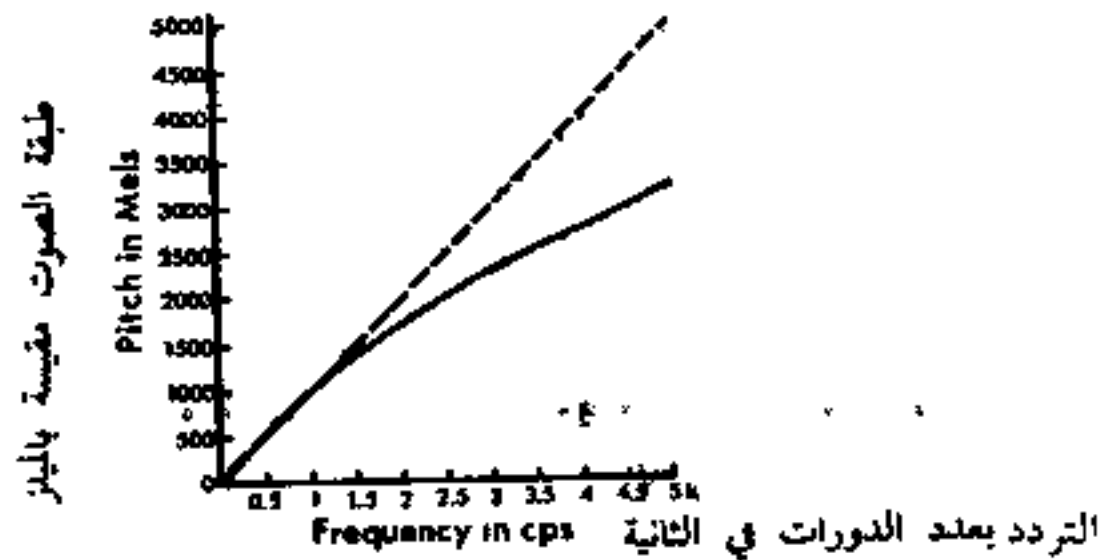
التردد وطبقة الصوت

Frequency and pitch

لقد عرفنا التردد بأنه عدد الدورات المتذبذبة في الثانية وتعني الرموز الآتية. (100 cp), (100 ~), و (100 Hz) الشيء نفسه أي: 100 دورة في الثانية لكن وحدة الهرتز هي المفضلة، يختلف الناس في طبقة التردد التي يمكن لأذانهم سماعها. ولكن على الحملة يمكن لأذن الإنسان الشاب المعافى أن تلتقط طبقة من الذبذبات تبدأ بـ (20) هرتز وتنتهي بـ (20,000) هرتز، تسمى الذبذبات ذات الترددات العالية جداً بـ «فوق السمعية»، وتسمى الترددات المنخفضة جداً التي لا يمكن سماعها بـ «ترددات دون السمعية». وربما لا يمكن أن نسمع الترددات المنخفضة جداً على شكل صوت، لكنه يمكننا تحسسها غالباً. وتقع الترددات الهامة في الإشارة الصوتية في الطبقة الواقعة بين 100 و 5000 هرتز. وإذا ما قارنا طبقة الصوت هذه بطبقة الصوت التي تصدرها الخفافيش، التي تتراوح ما بين 20,000 و 100,000، فإن الصوت يستخدم لأغراض متعددة، يستخدم الإنسان الصوت لنقل الأفكار والمشاعر، بينما تستخدم الخفافيش الصوت لتحديد موقع الحشرات لاقتراضها. وسواء استخدم إصدار الصوت لتحديد الموقع أو من أجل التخاطب، فمن المهم للاستجابة الترددية في الجهاز السمعي، في أية حال، أن تتساوى مع السمات الترددية للألية التي تصدر الصوت. تهتز الحبال الصوتية الإنسانية، على نحو عادي، بطبقة ترددية تتراوح بين 80 هرتز و 500 هرتز في حالات التكلم العادية، لكنه يمكن لبعض الموضوعاء الكلامية التي تصدر في الفم أن تحتوي على ترددات تمتد إلى عدة آلاف من الدورات في الثانية. وعندها نجد أن الجهاز السمعي الإنساني يستجيب لهذه الترددات من الذبذبات.

يتعلق التردد مباشرة بطبقة الصوت، وعندما يتناقص التردد نحس بانخفاض في طبقة الصوت. لكن العلاقة لا تتسم بالخطية؛ ففاصل ثابت من ارتفاع في التردد لا يتبعه تعبير ثابت في طبقة الصوت. التردد حقيقة في الميرياء، وهو حدث يمكن قياسه بوسائل محددة، ويساوي عدد الدورات في وقت محدد. وعلى نحو مماثل فإن طبقة الصوت ظاهرة نفسية. وهي الطريقة التي يفهم فيها المستمع تغيرات التردد. ويمكن قياسها من خلال التوجه بالسؤال إلى المستمعين كي يدلوا بإحكامهم فحسب

والجهاز السمعي الإنساني أكثر استجابة لبعض الترددات من غيرها ففي الترددات الدنيا (أقل من 100 هرتز) تكون طبقة الصوت المحسوسة خطية العلاقة مع التردد. ولكن عندما يرتفع التردد، فإننا نحتاج إلى تغير أكبر في التردد حتى نحصل على تغير فعال في الإحساس بطبقة الصوت. يوضح الشكل (3.16) العلاقة بين الصفة الفيزيائية للتردد والإحساس النفسي بطبقة الصوت.



الشكل 3.16 إعادة تثبيت مقياس ميل عند ستيفنز (Stevens) وفولكمان (Vollman). يشير الخط الصلب إلى الطريقة التي تزداد فيها طبقة الصوت (ميلز) مع ازدياد التردد (عدد الدورات في الثانية) يشير الخط المنقطع إلى العلاقة إن كانت تامة

إن وحدات التردد هي الدورات في الثانية؛ بينما تسمى وحدات قياس طبقة الصوت د (الميل). ومن خلال اختيار مستمعين على ترددات متنوعة، تم استخدام طبقة صوت لعمدة ذات تردد قدره 1000 هرتز بوصفها نقطة مرجعية، وسميت، اعتباطياً، بـ 1000 ملز. وتساوي طبقة صوتية قدرها 500 ملز نصف الطبقة الصوتية لعمدة أخرى طبقتها الصوتية 1000 ملز، بغض النظر عن التردد، بينما تساوي طبقة صوتية قدرها 2000 ملز ضعف طبقة صوتية قدرها 1000 ملز. وما منحى الميل الممثل بالخط الصلب في الشكل (3.16) إلا نتيجة لهذا الإجراء القياسي.

يمكن ملاحظة أن التردد يشير إلى عدد الدورات في الثانية، بينما يُحتفظ بطبقة

الصوت للدلالة على الإحساس بالتردد. وقد ثبت مقياس المل من خلال اختبار مستمعين والطلب منهم الإدلاء بأحكامهم بشأن طبقة الصوت لعمات بسيطة ولكن ماذا عن طبقة الصوت في العمات المركبة؟ كيف يمكن للمستمعين أن يدلوا بأحكامهم على طبقة صوت تحتوي على أكثر من تردد واحد؟ لقد وجد أن طبقة الصوت في العمة الدورية المركبة التي أدلى بها المستمعون تتوافق مع التردد الأساسي في سلسلة التوافقيات. وبما يشير الدهشة، أن الحمار السمي يعوص عن صياح التوافقيات المنخفضة أو خسارتها ويسمع F_0 حتى إن كان هذا الأخير عائياً. فعلى سبيل المثال، حكم على طبقة صوتية في عمة مركبة دورية مؤلفة من الترددات 900, 600 و 1200 هرتز بأنها تساوي 300 هرتز، لأن ذلك يشكل القاسم الأكبر. تتأثر الأحكام، على الحملة، في الأصوات اللادورية، بمركز النطاق الترددي، أو بالتردد الذي يمتلك أعلى سعة.

الديسبل: مقياس الشدة النسبية. The Decibel: A measure of Relative Intensity

لقد أشرنا قبل إلى أن سعة الدبذبة - مدى تحرك الجسم - هي دلالة على شدة الصوت أو قوته. ولكي نصف الشدة السببية لصوتين، نستخدم وحدة قياس تسمى بـ «الديسبل»، وتعني حرفياً 10/1 من بيل، وذلك تشريف لـ الكسندر جراهام بيل (1847 - 1922) المخترع الأمريكي للهاتف ومعلم الصم. إن مقياس الديسبل المستخدم في قياس الشدة هو مثال للمقياس اللوغاريتمي. ففي المقياس الخطي، كما في المسطرة، هناك الصفر، وكل زيادة تساوي التي تليها. وبذلك يمكن جمع هذه الوحدات بإضافة إحداها إلى الأخرى، بينما يعتمد المقياس اللوغاريتمي، كما يمكنك ملاحظته في الجدول الآتي، على أس لعدد معطى أو محدد يسمى «القاعدة». ففي الدليل تساوي القاعدة 10، ويتألف المقياس من زيادات ليست متساوية بل تمثل اختلافات كبيرة على نحو متزايد.

مقياس خطي	Linear scale
1,000	>diff = 1,000
2,000	>diff = 1,000
3,000	>diff = 1,000
4,000	
	1,000 = الفرق < 2,000
مقياس لوغاريتمي	Logarithmic scale
$10^2 = 100$	>diff = 900
$10^3 = 1,000$	>diff = 9,000
$10^4 = 10,000$	>diff = 90,000
$10^5 = 100,000$	
	100 = 10^2 الفرق < 1000 = 10^3

10 = base, 2, 3, 4, and 5 are logarithms

القاعدة = 10 و 2, 3, 4, 5 هي لوغاريتمات

لماذا استخدام المقياس اللوغاريتمي في قياس الشدة الصوتية هناك سببان لهذا النظام الأول هو أن الأذن البشرية حساسة لطبقة كبيرة من الشدة تصل إلى 10^{13} (10,000,000,000,000 أو عشرة ترليون) من وحدات قياس الشدة في المقياس الخطي. وبشكل هذا رقماً كبيراً في الحسابات؛ لكنه يمكن اختزال هذا الرقم الكبير في مقياس لوغاريتمي مكثف إلى 130 ديسبل فحسب

أما الثاني فهو أن المقياس اللوغاريتمي يشبه إلى حد كبير الطريقة التي تقلبها الأذن البشرية ارتفاع الصوت. إنه من المعروف منذ كتابات العلماء الألمان، أرنست ويبير (Ernest Webber)؛ (1834) وعويشتاف فيشر (Gustav Fechner) (1860) في القرن التاسع عشر، أنه يمكن الحصول على زيادات متساوية في الإحساس (في هذه الحالة ارتفاع الصوت) بضرب المؤثر بعامل ثابت ولا ينطبق هذا المبدأ على كامل الشدة الصوتية التي تتحسسها الأذن البشرية لكنه مقياس دقيق إلى درجة يمكن فيها اعتماده عملياً وهكذا، تقابل كل خطوة في مقياس الديسبل زيادة متساوية في ارتفاع الصوت تقريباً حتى ولو كانت اختلافات قوة الصوت كبيرة.

تناسب قوة الصوت مع مربع الضغط، أو إن وصفتنا النقطة عكسياً قلنا: يتناسب الضغط مع الجذر التربيعي للقوة الصوتية. وعلى عرار ما نستخدم الإنش أو الستيمتر

وحدة قياس في قياس الطول، تكون وحدة القياس المستخدمة في السمعيات هي «الواط» في قياس القوة، و «الداين» في قياس الضغط ويشير مستوى الشدة في الفيزياء إلى قوة الإشارة مقيسة بالواط في السنتيمتر المربع، أما في سمعيات الكلام والسمع فقد حرت العادة على استخدام مستوى الضغط الصوتي على أنه القياس، ووحدة قياس الضغط هي الداين في السنتيمتر المربع. ويمكن تحويل وحدات القوة أو وحدات الضغط إلى الديسبل.

يمكن أن تكون قد سمعت أن طائرة ما تقلع بمستوى صوتي يساوي 100 ديسبل (مستوى الضغط الصوتي). أو أن متوسط الشدة في المصادرة هو حوالي 60 ديسبل (مستوى الشدة). لقد استخدم القياس الأول الضغط بوصفه الوحدة المرجعية في القياس أي: يساوي الضغط الصوتي لضوضاء الطائرة 10^{-5} أكبر من أدنى الأصوات سماعاً (النسبة 100,000 إلى 1). وحتى لو قيست هذه الشدة باستخدام الوحدة المرجعية في قياس القوة فستبقى الشدة مساوية إلى 100 ديسبل، ولكن ستختلف نسبة الشدة هنا بحيث ستصبح 10^{-10} أي (10,000,000,000 إلى 1) لأن زيادات القوة تساوي مربع زيادة الضغط. واستخدم القياس الثاني، الشدة الصوتية، وحدة قياس القوة. تؤكد هذه العلاقة بين الضغط والقوة ضرورة استخدام صيغ منفصلة في حساب الديسبل الأولى عندما نستخدم وحدة قياس القوة (الواط) والأخرى عند استخدام وحدة قياس من الضغط (الداين).

إن الشيء الهام الذي يجب تذكره حول قياس الشدة الصوتية هو أن هناك دائماً نقطة معيارية مرجعية. فالديسبل هو وحدة قياس الشدة، وفي الواقع، هو نسبة أي. مقارنة الصوت المراد قياس شدته بصوت تساوي شدته النقطة المعيارية المرجعية في قياس الشدة تساوي نقطة قياس الشدة المرجعية 10^{-10} واط/سم² (10^{-10} watts /cm²)، بينما تساوي النقطة المرجعية في قياس الضغط الصوتي 0.0002 داين في/سم² (0.0002 dynes /cm²). وتقيس كل من هاتين الإشارتين أدنى الأصوات سماعاً عند الإنسان، أو عتبة السمع المطلق عند الإنسان.

إن صيغة حساب الديسبل عند استخدام وحدة قياس الشدة المرجعية هي .

$$DBIL = 10 (\log_{10} \frac{W_o}{W_r})$$

حيث تساوي W_r مستوى الشدة (الوحدة المرجعية هي $(10^{-16} \text{ watts /cm}^2)$) ،
وتساوي W_o قدرة الخرج (قوة الإشارة المراد قياسها) في الواط. وتساوي W_r الوحدة
المرجعية في قياس القوة بالواط. أي (قوة الإشارة المرجعية: 10^{-16} واط/سم²)
ويساوي اللوغارتم العشري نسبة W_o/W_r ، والقاعدة هي 10 ، والأس هو \log .
فعلى سبيل المثال لو كانت النسبة تساوي 100 إلى 1 فيكون \log مساوياً 2 لأن
 $100 = 10^2$ والأس هو 2 .

وتكون المعادلة المستخدمة في حساب الديسبل عندما تستخدم وحدة حساب
الضغط المرجعية من أجل المقارنة على النحو الآتي

$$DBSPL = 20 (\log_{10} \frac{P_o}{P_r})$$

تمثل P_o في هذه الصيغة الضغط المراد قياسه (الخرج) ، و P_r الضغط المستخدم
من أجل المقارنة (الوحدة المرجعية) فعلى سبيل المثال لو كان مستوى ضغط الصوت
المراد قياسه هو 20 دابن في السنتيمتر المربع (20 dynes /cm^2) فيكون الصوت 100,000
مرة أكثر من وحدة الضغط المرجعية

$$\frac{20 \text{ dynes /cm}^2}{0.0002 \text{ dynes /cm}^2} = \frac{100,000}{1}$$

وبما أن النسبة هي 100,000 إلى 1 ، فيكون اللوغارتم العشري بنسبة مساوياً
لـ 5 (أحضر عدد الأصابع فحسب) . نطلب منا الصيغة الرياضية أن يضرب لوغارتم
النسبة بـ (20) وبما أن $100 = 5 \times 20$ فيكون الجواب ، عايناه ، هو 100 ديسبل .
تذكر أن $\log_{10} \frac{P_o}{P_r}$ هو مجرد رقم صغير والأس في هذه الحالة هو خمسة .

دعنا نتناول مثلاً آخر، هناك صوت تبلغ شدته الصوتية عشرة أضعاف مستوى

أدنى الأصوات سماعاً ($0.0002 \text{ dynes/cm}^2$)، فكم سيكون مستوى الضغط الصوتي لهذا الصوت مقيساً بالديسبل؟

الجواب. إن اللوغارتم $10 = 1$ (صفر واحد فحسب) و $20 = 1 \times 20$ ،
لهذا سيبقى مستوى الضغط الصوتي في هذا الصوت 20 «ديسبل» فحسب.

ويجب أن تكون قادراً على حساب النسبة أو الضغط في الدارين إن أعطيت القيم بالديسبل. فعلى سبيل المثال: كم يزيد مستوى الضغط الصوتي لحادثة يبلغ ضغطها 60 ديسبل عن ضغط أدنى الأصوات سماعاً

$$60 \text{ dB SPL} = 20 \times (X = \log_{10} \frac{P_0}{P_r})$$

$$X = 3$$

وبما أن اللوغارتم - 3، فيجب أن تكون النسبة (1,000 إلى 1)، (ثلاثة أضعاف فحسب)،

وبذلك سيكون الضغط الصوتي في الحادثة العادية أكبر بـ 1,000 مرة من ضغط أدنى الأصوات سماعاً، أو أكثر دقة

0,2 دابن

الستيمتر المربع

$$\begin{array}{r} 0.0002 \text{ dynes/cm}^2 \\ \times \\ 1,000 \\ \hline 0.2000 \text{ dynes/cm}^2 \end{array}$$

ماذا يعني صفر ديسبل فلو كانت شدة صوت مساوية صفر ديسبل، هل يعني ذلك أنه لا يوجد هناك صوت؟ على العكس من ذلك.

$$\begin{array}{l} \text{dB} = 20 (\log \text{ of the ratio}) \\ 0\text{dB} = 20 \times 0 \end{array}$$

$$\text{الديسبل} = 20 \times (\text{لوغارتم النسبة})$$

فاللوغارتم هو صفره وبما أنه لا توجد أضعاف في النسبة، فإن النسبة تساوي

واحدًا، وهذا يعني أن الخرج يساوي ضغط وحدة القياس المرجعية (النقطة المرجعية) وهكذا، يمكننا أن نرى بوضوح أن صفر ديسبل يعني أن الصوت الذي ننحن بصده مساو لوحدة القياس المرجعية وليس السكون.

النسبة	اللوغاريتم	الديسبل (20 × لوغاريتم النسبة)
Ratio	Log	dB (20 × log of ratio)
1,000:1	3	60 dB SPL
100:1	2	40 dB SPL
10:1	1	20 dB SPL
1:1	0	0 dB SPL

يضم الجدول الآتي أرقاماً تقريبية لمستويات الضغط الصوتية لبعض الأصوات المألوفة:

كافة الأصوات على بعد بضعة أقدام من المستمع All sound within a few feet of the listener

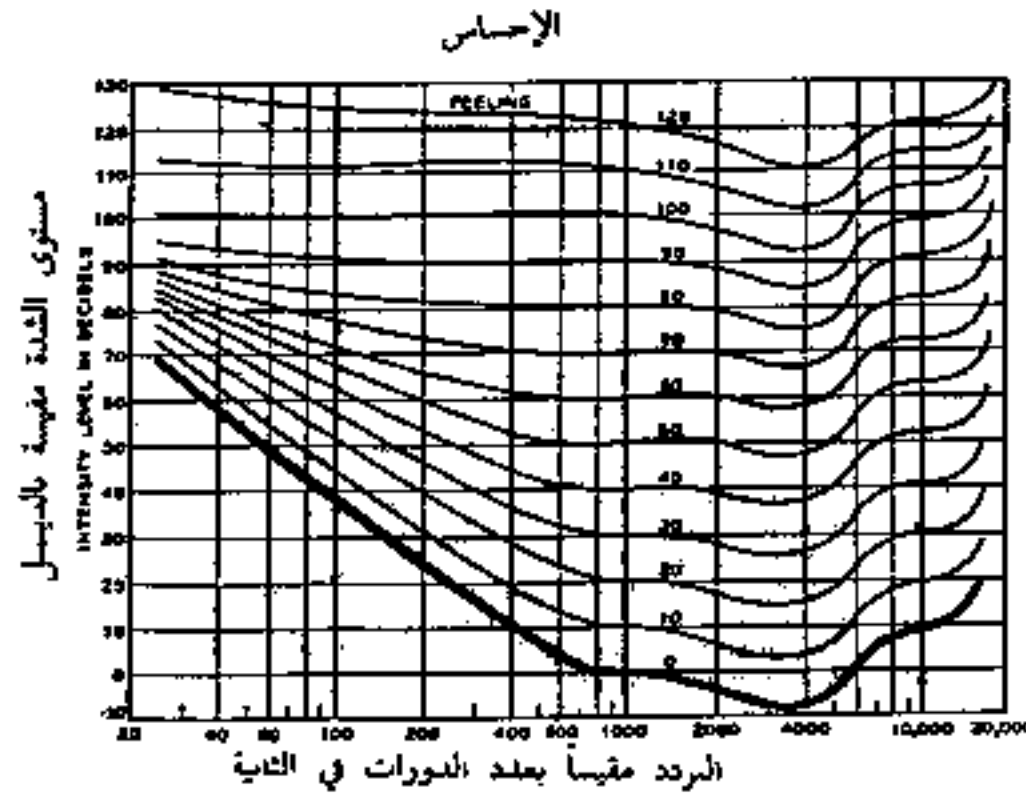
0 dB	Threshold of hearing	عتبة السمع المطلق
20 dB	Rustling of leaves	همف أوراق الشجر
30 dB	Whisper (3 feet)	همسه (على بعد ثلاثة أقدام)
35 dB	Residential area at night	
45 dB	Typewriter	منظمة مأمولة ليلاً
60 dB	Conversation	طائفة آلة كاتنة
75 dB	Shouting, singing (3 feet)	المحادثة
100 dB	Approaching subway train, for people on waiting platform	الصراخ، الغناء (على بعد ثلاثة أقدام)
120 dB	Jet airplane, for man on runway	قطار أنفاق مقرب، للباس الذين ينتظرون على رصيف المحطة
130 dB	Amplified rock music (6 feet)	طائرة مقاتلة، لإنسان على المدرج؛ موسيقا الورك المضخمة (على بعد ستة أقدام)
	Painfully loud sound	صوت مرتفع للغاية ي يؤدي بالإحساس بالألم

Intensity and Loudness

الشدة والجهازة

الشدة أو الضغط الصوتي، كالتردد صفة فيزيائية للإشارة السمعية يمكن قياسها بجهاز يسمى مقياس المستوى الصوتي، ترتبط شدة الإشارة مباشرة بجهازتها. فكلما ازدادت شدة الصوت حكم المستمعون بأن جهازتها قد ارتفعت. والجهازة هي الإحساس النفسي الذاتي حول الشدة المراد قياسها، وكما هي الحال بين التردد وطبقة الصوت، فإن العلاقة بين الشدة والجهازة ليست في تناسب كامل. وهنا، كذلك، يقوم جهاز السمع الإنساني بتكييف الإشارة الصوتية، وبذلك تتطلب الإحساسات بجهازة متساوية ذات ترددات مختلفة نسبياً مختلفة من الشدة.

و «الفون» هو وحدة قياس الجهازة المتساوية. يمثل الشكل (3.17) مستويات جهازة متساوية لترددات مختلفة.



الشكل 3.17 خطوط مناسيب ارتفاع مستوى الصوت اشتقها فليشر وميسون (Fletcher & Munson) إذ درجة ارتفاع الصوت في كل منحنى متساوية في كافة الترددات كما وأشار إلى مستوى ارتفاع الصوت مقبلاً بالفونز على كل منحنى

يمثل الخط القاتم «عتة السمع المطلق اهامه» وتسمع اذان شاة صحية فقط سب الشدة المجلعة في كل تردد ومن الواضح عاماً أن جهاز لسمع الإنسان قد صمم لاستقبال الترددات الوسطى (1000 - 6000 هرتز) التي لا تحتاج إلى شدة قوية كتلك التي تحتاجها الترددات الدنيا والعليا جداً. وتستخدم هذه المعلومات في خصائص تصميم وسائل وأجهزة السمع وتصنيعها: كأجهزة اختبار السمع، وفي مقارنة عتة السمع المطلق عند شخص ما بعتة السمع المطلق بأذان صحية شاة. يمثل الصغر في جهاز قياس السمع مجرد الخط القاتم في الشكل (3.17) والذي يجرع مباشرة على الورقة المستخدمة في تبيان الاختبار ويسمى «مخطط السمع البياني»

تمثل الخطوط الأمت لوباً محيطيات الفون للجهاز المتساوية حيث يتمع حط الفون 20 بجهاز متساوية في كافة الترددات حتى نعمة 1000 هرتز ذات الشدة 20 ديسل وكذلك يتمع حط الفون 70 بجهاز متساوية في كافة الترددات حتى نعمة 1000 هرتز ذات الشدة 70 ديسل وفي مستويات الجهاز المنخفضة، هناك اختلاف كبير بين الترددات الواقعة في الوسط، وتلك الواقعة في النهايات القصوى في حجم الشدة المطلوبة حتى نحصل على أحكام تقصي بجهاز متساوية. أما في مستويات الجهاز العالية، فتحتمي الاختلافات الكبيرة في الشدة.

وعندما يطلب من مستمعين أن يدلّوا بحكمهم حول الجهاز السببة (½ جهاز كدا، ضعف جهاز كذا) في إجراء تدريجي مشابه لذلك المستخدم في الحصول على مدرج الحل في قياس طاقة الصوت، تسمى وحدة قياس الجهاز في هذه الحالة بـ «السون»، حيث يساوي السون الواحد في جهارته جهاز نعمة ترددها 1000 هرتز وشدة 40 ديسل. ويمكن، من خلال هذا الأسلوب، تأكيد أن الإحساس بالجهاز يتزايد ببطء أكبر من زيادة الشدة الحقيقية

الصفات النفسية	الصفات الفيزيائية
طاقة الصوت (ميل) مقياس متدرج	التردد (هرتز)
جهاز الصوت (السون) مقياس متدرج	الشدة (ديسل)
(الفون) مقياس متساوٍ	

سرعة الصوت في الفضاء الخارجي Velocity of Sound Through Space

السرعة هي مجرد السرعة في اتجاه معين. فالضوء يطلق بسرعة أكبر من سرعة الصوت. أو لديه سرعة أكبر كما نعرف من تجربتنا مع الصواعق والرعد، حيث يرى الوميض قبل سماع الصاعقة و (الوقت). يتبلغ سرعة الصوت في الهواء، ضمن شروط حوية عادية، السحو التالي:

344 متراً في الثانية. أو

1130 قدماً في الثانية أو

758 ميلاً في الساعة

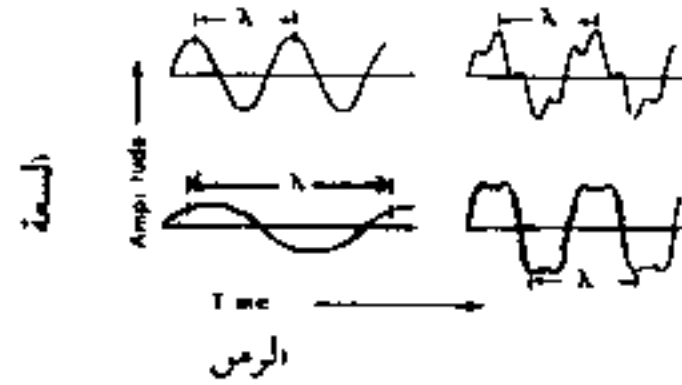
ويطلق الصوت أكبر في السوائل، ويبلغ سرعته القصوى على طول الأشياء القاسية لأن مرونة الوسط الناقل وكثافته تؤثران في سرعة النقل. والسرعة مستقلة عن الضغط طالما أن درجة الحرارة ثابتة. حيث يساهم الصوت الخافت بسرعة الصوت المرتفع نفسها لكن الصوت الخفيف لن يصل إلى البعد (الهدف) نفسه بسبب وقانون التربيع العكسي، (تعبير الشدة عكسياً بمربع البعد عن المصدر)، لكنه يطلق سرعة الصوت المرتفع نفسه لكن درجة الحرارة لها تأثير فعال، فسرعة الأصوات في يوم صيفي حار أكبر منها في يوم شوي متبد بالعيوم

يجب عدم الخلط بين سرعة تحرك الجزيء، وسرعة انتشار الموجة. تعبى الجزيئات المهتزة في الحركة التوافقية البسيطة سرعتها دائماً، حيث تصل أقصى سرعتها وهي فوق نقطة الاستقرار لكن سرعة الموجة الصوتية المتحركة في الفضاء - السرعة التي يتحرك فيها اضطراب من بقعة إلى أخرى ثابتة مقدرة (راجع الشكل 38)

Wave Length

طول الموجة

يساوي طول الموجة الصوتية المسافة الفصائية التي تشعلها دورة كاملة. ويمكن للمرء أن يبدأ القياس من أية نقطة في أية دورة إلى نظيرتها في الدورة اللاحقة. والرمز المستخدم للدلالة على طول الموجة هو الحرف الإغريقي لامدا، (λ) يمثل الشكل (3.18) أطوال موجات لإشارات نغمات بسيطة ومركبة



الشكل 3.18 طول الموجة (λ) هي المسافة التي تشعلها دورة كاملة من الدندنة يعتمد طول الموجة على عاملين أساسيين تردد الرمدة، وسرعة انتشار الموجة الصوتية في الوسط الناقل

راقب تعيرات طول الموجة نعمس إصبعك في إءء صغير مملوء بالماء. في البداية إعمس إصبعك بتردد منحصص، ثم بتردد مرتفع، لاحظ أن المسافة الفاصلة بين قمم الموجيات في التردد المنخفض أكبر منها في التردد الأعلى تشعل الأصوات ذات الترددات المرتفعة مساحة أقل أثناء دورتها، وطول موجة أقصر من تلك التي تمتلكها الأصوات ذات الترددات المنخفضة

ويتعلق العامل الهام الآخر بالوسط الناقل فقد رأينا أن الموجات الصوتية تنتشر في الوسط لصلب سرعه أكبر من انتشارها في لسوائل، وتنتشر في السوائل سرعه أكبر من انتشارها في العارات وإن اعتبرنا أن طول الموجة (λ) يساوي السرعه الثابتة (C) مقسمة على التردد (F)، فيمكننا، عندئذ الحصول على الصيغة الآتية

$$\lambda = C / F \text{ التردد / السرعة} = \text{طول الموجة}$$

فعلني سبيل المثال، سيسبأ صوت ذو تردد محدد على طول موجة في الماء أطول منه في الهواء .

تحمل طول الموجة في بعض الأصوات الكلامية المألوفة قل (أه) ببطقة صوت مريحه نسبياً فلو كنت امرأة، فسيكون التردد الأساسي لذلك الصوت المركب حوالي 200 هرتز أما إن كنت رجلاً، فسيكون التردد الأساسي حوالي 100 هرتز وسيبلغ طول الموجة في صوت الرجل حوالي ثلاثة أمتار، بينما سيكون طول الموجة عند المرأة، في هذا المثال، حوالي مترين تقريباً يريد كل متر حوالي ثلاثة إشارات عن الiardة

طول الموجة - السرعة / التردد

$$\text{طول الموجة} - 344 \text{ متراً في الثانية} - 175 \text{ متراً تقريباً أو } 61 \text{ إنشاً (5' 7")}$$

200 هرتز

$$\text{طول الموجة} - 344 \text{ متراً في الثانية} - 3.4 \text{ متراً أو } 11' 3"$$

100 هرتز

وعندما نقول «شه» كي تسكت شخصاً ما، فستكون الترددات ذات القدرة العالية قريبة من 2500 هرتز، من ثم، سيصبح طول الموجة قصيراً إذ يبلغ حوالي أربعة عشر سنتيمتراً (بين 5 و 7 إشارات)

$$\text{طول الموجة} - 34,000 \text{ سنتيمتراً في الثانية} = 14 \text{ سنتيمتراً}$$

2500 هرتز

تكون الأصوات ذات الترددات العالية، وأطوال الموجات القصيرة، محددة الاتجاه على نحو أكبر من الأصوات ذات الترددات المنخفضة. وتشع أطوال الموجات الأطول على نحو أكبر وتصل إلى الزوايا على نحو أسهل.

ويوضح لنا هذا مبحث إصدار الخفافيش مثل تلك الأصوات ذات الترددات العالية جداً (فوق صوتيه) فالخفاش مهتم بالتقاط الحشرات الطائرة الصغيرة، حيث يرتد صوته عن أي جسم يقع في طريقه تلع كثافته أكثر من كثافة الأجسام المجاورة وهذه الطريقة، يستطيع الخفاش تحديد مريسته قبل الانقصاص عليها والإشارة ذات الطول القصير ودرجه الإشعاع القليل هي وحدها التي يمكنها تحديد هدف صغير بهذه الطريقة. نستطيع الخفافيش، حتى لو كانت عمياء، أن تحل الصوت المعكوس من أجل الحصول على معلومات حول حجم الطعم أو العوائق وبعدها

ويتوضح لنا تغيرات أطوال الموجات أيضاً مبحث إمكانية سماعنا في غالب الأحيان، الأصوات في غرفة محاورة بوضوح، وعجرب عن فهم هذا نقول سطوي الكلام على مركبات الترددات العليا وبترددات الدنيا حيث تعطف الأصوات الترددات المنخفضة وأطوار موجات بطويلة حول الحذر ويدخل من السب، سيما يصعب مركبات الترددات من الصوت كثيراً، لأنها تمتلك أطوال موجات أقصر ومحدودة الاتجاه على نحو أكثر وتسمع بسسه أقل وبعد أساء من حيث أن مسمعون، لا تبقى سوى جزء من الإشارة فلا يمكنها فهم ماذا فعل

Resonance

الرنين

إن كنت قد دفعت طملاً في أرحوحة، فإنك تعرف جيداً أنه يجب عليك توقيت كل دفعة كي تتوافق مع حركة الأرحوحة التوافقية فلو ركضت ودفعت الأرحوحة في نقطة قريبة من منتصف خط عودتها إليك، بدلاً من أن تنتظرها حتى تصل إلى مسافتها القصوى في رحلتها، فإنك سوف تقصر قوسها كما يمكن أن تصدمك وتطرحك أرض يسمى التردد الذي تكمل فيه الأرحوحة دورة في ثانية واحدة - التردد الرنيني الطبيعي للأرحوحة - وهذا التردد مستقل تماماً عن السعة إدفع طملاً بقوة أقل، وبعدها بقوة أكثر، فسترى أن سعة القوس سوف تتغير لكن تردده سيبقى ثابتاً ماذا سيحدث، يا ترى، لو انقطع الحبل، وأزيلت قطعة من الحبل الضعيف من كل طرف؟ ومن ثم أصبحت الأرحوحة أقصر هل سيبقى التردد الرنيني الطبيعي للأرحوحة ذات الحبل الأقصر على ما هو عليه كما كان في الأرحوحة ذات الحبل الأطول إننا نعرف من خلال

التحارب الساقطة أن هذه الأرجوحة الجديدة سوف تتمتع بتردد طبيعي أكبر (دورات أكثر في الثانية) من تردد الأرجوحة الساقطة. وعلى الجملة، تهتز الأشياء الصغيرة بترددات أكبر منها في السحج الأكبر من الشيء نفسه

يملك كل شيء يهتز تردداً طبيعياً، أو في العديد من الحالات، يكون التردد الطبيعي هو تردد الدبلة عندما تترك كي تتدبدب على نحو حر (الدبلة الحرة). يمكن إلصاق آلة بالأرجوحة بحملها على الدبلة بأي تردد (دبلة قسرية)؛ لكنه حتى ضمن هذه الشروط، فإن الأرجوحة سوف تهتز بسعة أعظم عندما تُضطر إلى الاهتزاز بتردد يساوي ترددها الرنيني الطبيعي بحسب. يعتمد رنين الدبلة على سماته الفيزيائية كما نعرف ذلك من تصميم الشوكات المربانة

كل شيء يهتز من ثم يمكنه أن يرن على نحو مسموع أو غير مسموع، والمرنان هو شيء يتحرك أو يتدبدب بفعل دبلة أو عمل دبلة أخرى لا تبدأ المرانة القوة الصوتية، والصوت يحدث في مكان آخر، والمرنان يتدبدب متعاطفاً معه إن كان الصوت من المصدر له ترددات المرنان الرنينية نفسها أو ما هو قريب منها.

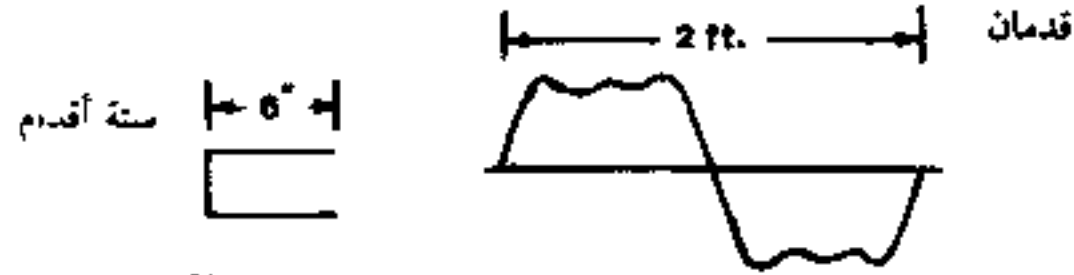
إبرع حافت الصوت عن وتر في البيانو من خلال الضغط برفق على المفتاح على نحو يعدم معه الصوت، ثم عن، بصوت عالٍ، العلاقة الموسيقية المناظرة للمفتاح المصنوط، بهذه الطريقة سوف تنهد عملياً ربيعاً متعاطفاً معك عندما سددت الوتر استجابة لغناثك وما وتر البيانو، والشوكة المربانة، والأرجوحة إلا أمثلة لمرانات آلية أما المرنان الصوتي (السمعي) فهو شيء يحتوي على الهواء سيرن حسم من الهواء استجابة لصوت يحتوي على ترددات مساوية للترددات الرنينية الطبيعية لحجم الهواء ويمكننا فهم هذا المبدأ من خلال التفكير حول تصميم الأحهرة الموسيقية وإشائها حيث لا يكفي ربط عدة أوتار بقاعدة ما للحصول على صفة الصوت المرتبطة بالكدمات أو الكمنجة أو العيتار. وعلى الرغم من أن القدرة اللارمة للصوت تأتي من خلال بقر قوس الكمان، وأن مصدر الأصوات يكمن في دبلة الأوتار لكن الصاديق المليث بهواء وراء الأوتار تعمل على جعل بعض الترددات المحددة ترن وهي نفسها تجعل الآلة الموسيقية عميرة عن غيرها وطبيعي أن حجماً صغيراً من الهواء سوف يهتز بترددات أعلى من تلك التي يهتز فيها حجم هوائي أكبر

لاحظ أنه عندما تضيف مئة إلى قارورة أن ترددات الصوت تتزايد عندما يقل حجم الهواء. ولو تساوي بين تردد حجم الهواء في أعلى للقارورة وتردد شوكة مرناة من خلال إصافة الماء حتى يتناظرا تماماً، لأمكن بعد ذلك إمالة القارورة وبغير ذلك شكل الهواء داخل القارورة، لكن الهواء سيستمر في الرنين استجابة للشوكة المرناة إن شكل فجوة الهواء ليس مهماً كاهمية حجم الهواء

وهناك مرنان صوتي يتصل بالكلام لأنه مشابه لرنين المجري الصوتي والقناة الأدبية وهو أنبوب مغلق من أحد طرفيه ومغلق من الطرف الآخر يهتز الهواء داخل الأنبوب بترددات معينة، ويعتمد ذلك على طول الأنبوب، يلعب طول موجة الرنين الأساسي في مثل هذا الأنبوب أربعة أضعاف طول الأنبوب ويمكن صياغة النقطة على نحو آخر: لا يمكن مرور سوى ربع الملوحة في أي مرور بمفرده، إلى داخل الأنبوب يقارن الشكل (3.19) طول المرنان بشكل موجة الترددات الرنانة تهتز مربعات ربع الموجة بحسب مضاعفات فردية من التردد الأساسي بسبب انعلاق الطرف الثاني مساقش هذه المربعات على نحو أوسع في المصطلح اللاحقة

1/4 WAVE RESONATOR

مرنان ربع - موجي



Given tube 6" long
open at one end

$$f = \frac{c}{4 \cdot 1} \text{ (length of tube)} \quad \text{سرعة ثبات}$$

$$f = \frac{1130 \text{ ft}}{4 \cdot 1/2 \text{ ft}} = \frac{1130}{2} = 565 \text{ Hz} \quad \text{1/4 من طول الأنبوب}$$

$$3f = 1695 \text{ Hz}$$

$$5f = 2825 \text{ Hz}$$

الشكل 3.19 مبرن أنبوب مصوح من طرف ومغلق من الطرف الآخر بترددات تساوي مضاعفات تردده الرئيسي الأساسي يساوي طول موجة التردد الرئيسي الأدنى أربع مرات طول الأنبوب

تستمر المرنات المولعة على نحو دقيق - تلك التي تهتز على حزمة أو نطاق ترددي ضيق - لمدة أطول وتتخفت أثقل من المرنات المولعة على الاهتزاز على أنطقة أوسع، والتي تهتز للعديد من الترددات، لكنها تبدأ وتنتهي أو تتلاشى بسرعة فعلى سبيل المثال تهتز شوكة مرانة أو آلة موسيقية مولعة على نطاق ضيق لفترة أطول من اهتزاز ناب عندما تقررعه

الصوتيات السمعية والكلام Acoustics and speech

سيؤدي هذا الفصل وطبعة القاعلة الأساسية للكثير مما سأتري في هذا الكتاب تتمثل أعجوبة الكلام في الطريقة التي تصدر فيها الحبال الصوتية والمحرى الصوتي الأصوات المميزة، وكيف تنوع وتتركب واحداً تلو الآخر كي تعمل بوصفها رمزاً من أجل التحاطب والاتصال. وسوضح الطريقة العامة التي يصدر فيها الإنسان هذه الأصوات الهامة في الفصل الآتي

مراجع الفصل الثالث

Textbook Treatments of Acoustics.

- Betzade, A. J. *Gears, Strings, and Harmony*. Anchor Books, Garden City, N. Y. Doubleday, 1960.
- Denes, P. and Pinson, E. *The Speech Chain*. New York: Doubleday, 1973.
- Ladefoged, P. *Elements of Acoustic Phonetics*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- Pierce, J. R. and David, E. E., Jr. *Man's World of Sound*. Garden City, N. Y. Doubleday, 1958.
- Stephens, R. W. B. and Bate, A. E. *Acoustics and Vibrational Physics*. New York: St. Martin's Press, 1966.
- Van Rensselaer, W. A., Pierce, J. R. and David, E. E., Jr. *Waves and the Ear*. Anchor Books, Garden City, N. Y. Doubleday, 1960.

- Wood, A. *Acoustics*. New York: Dover Publications, 1966.

Classic References.

- Fletcher, H. and Munson, W. A. Loudness: Its Definition, Measurement, and Calculation. *J. Acoust. Soc. Am.* V, 1933, 82-108.
- Fourier, J. B. *Theorie Analytique de la Chaleur*. Paris, F. Didot, 1822.
- Rayleigh, J. W. S. *Theory of Sound*. New York: Dover Publications, 1960. First published by Macmillan in London, 1878.
- Stevens, S. S., Volkman, J. and Newman, E. B. A Scale for the Measurement of the Psychological Magnitude Pitch. *J. Acoust. Soc. Am.* 8, 1937, 185-90.

الفصل الرابع إصدار الكلام

إعترى أنت بالحواس - وسنتقي الأصوات نفسها «الدوقة» في «معامرات أليس»
في أرض الأعاجيب»

الفصل التاسع، لويس كارول (تشارلز لوتويج دوغون)

Chap.IX. by Lewis Carrol (Charles Lutwidge Dodgson)

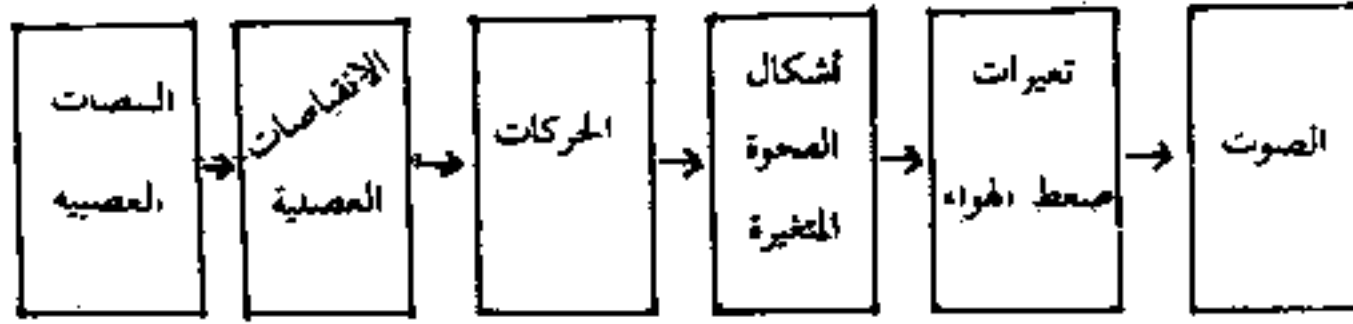
إن بصيحة الدوقة لـ «أليس»، «Alice» متينة الأساس فهي الحالات العادية،
يكون المتكلم مدركاً وواعياً لمعنى رسالته وكذلك في بحثه عن الكلمات المناسبة للتعبير
عن قصده، وربما كان واعياً تماماً لأحاسيسه بشأن المستمع أيضاً ولا تكون عند
مدركا عمليات إصدار الكلام إلا في ظروفٍ معينة وحديثة، كمحاولة بردد كلمات
حديثة أو التكلم بجهار سي جديد في جمع ويدهش طلاب الصوتيات المسنون
لعدم قدرتهم على وصف ما يفعلون عندما يصيدون بعض الأصوات الخاصة إن
قدرة بعض المتكلمين المهرة على إصدار مثل ذلك الحدود السمي السريع والمركب
دونما كللٍ تجدد بعض الطلبة حيث تقوهم للاعتماد بأنه يجب أن تكون دراسة
الصوتيات سهلة أيضاً فإن كان الكلام سهلاً بهذه الدرجة أهلاً يجب أن تكون دراسة
الكلام سهلة أيضاً؟

على قدر ما ينظر بعين متحيزة إلى القسم الأعلى من الجهاز العصبي تصح
معرفة محدودة. إنا نعرف قسماً كبيراً من المعلومات حول إصدار الكلام من
الأصوات التي تخرج من فم المتكلم، وتحليلها السمي وإنا نعرف بعض الشيء عن
حركات بعض أجزاء جسم المتكلم ونعلم الآن بعض الشيء حول النشاط العصبي

لمرافق لعص الحركات ويمكن أن يستج من لمعلومات حول لشاط العصى شيئاً ما حول النص العصي الذي يسب تحرك العصبان لكن معرفنا شأن تنظيم هذه البهيات وتنسيقها في الدماغ محدودة ونصح معرفنا أقل عندما نفتر من كيفية اشتقاق هذه الأنماط العصى من المعرفة الدعوية المحرنة ومن الفكر في هاة لطاف.

لر نحاول استكشاف الممالك العامصة لعملية اتخاذ القرار، وماهيه المفهوم، والذاكرة، ولا حتى الاختيارات الدعوية العديدة التي تتحد إما اختيارياً أو إرادياً أو عن طريق العادة عندما يجهر المتكلم بصفه لقول شيء ما ونصم هذه الخيارات حيارات حول المعنى، والتركيب، والنظام الصوتي فعلى الرغم من أسا توقف أنفسنا عند مناقشة الفعل الكلامي معزولاً عن مصدره اللغوي، لدينا العديد من موضوعات النقاش المظاهر العصى - الفيريولوجية لإصدار الكلام، وفيرييه التنفس أثناء الكلام، و «ديناميكية» النطق، ونطق الأصوات الكلامية، وريين المجرى الصوتي، وآلية التعددة الإرحاعيه المستخدمة في مراقبة الكلام وبعض النظريات المتعلقة بآلية إصدار الكلام وسيكون التركيب في كافة أقسام هذا الفصل على «فيريولوجيا» و «ديناميكات» إصدار الكلام وسيبقى القسم الخاص بالتشريح في أدنى مستوى له. سذكر أهم الأعصاب والعصلات، والعصاريب والعظام المستخدمة في إصدار الكلام فحسب

إن الهدف من إصدار الكلام هو صم تراكيب صوتية معنوية محددة وللوصول إلى الهدف، يستخدم المتكلم الهواء في إصدار أصوات مختلفه (أربعين صوتاً مختلفاً في الإنجليزية) تغير وتحوّر أكثر عندما تصدر في سياق أحدها مع الآخر تصدر الأصوات من خلال تنظيم تيار الهواء وهو يمرّ من الرئتين إلى العشاء الخارجي ويقوم هذا التنظيم حركات الفك، والشفيتين، واللسان، وحنك، والرحو، والبلعوم، والأوتار الصوتية التي تغير مجتمعة أو منفردة شكل المجرى الصوتي والحركات، أساساً، هي نتيجة الإنقاصات العصى التي هي نفسها نتيجة انقصاصات العصى، وطبيعي أن العمدة كاملة يسيطر عليها الجهاز العصبي يرى الشكل (41) تسلسل الشاط الحركي في مراحل الكلام المتعددة



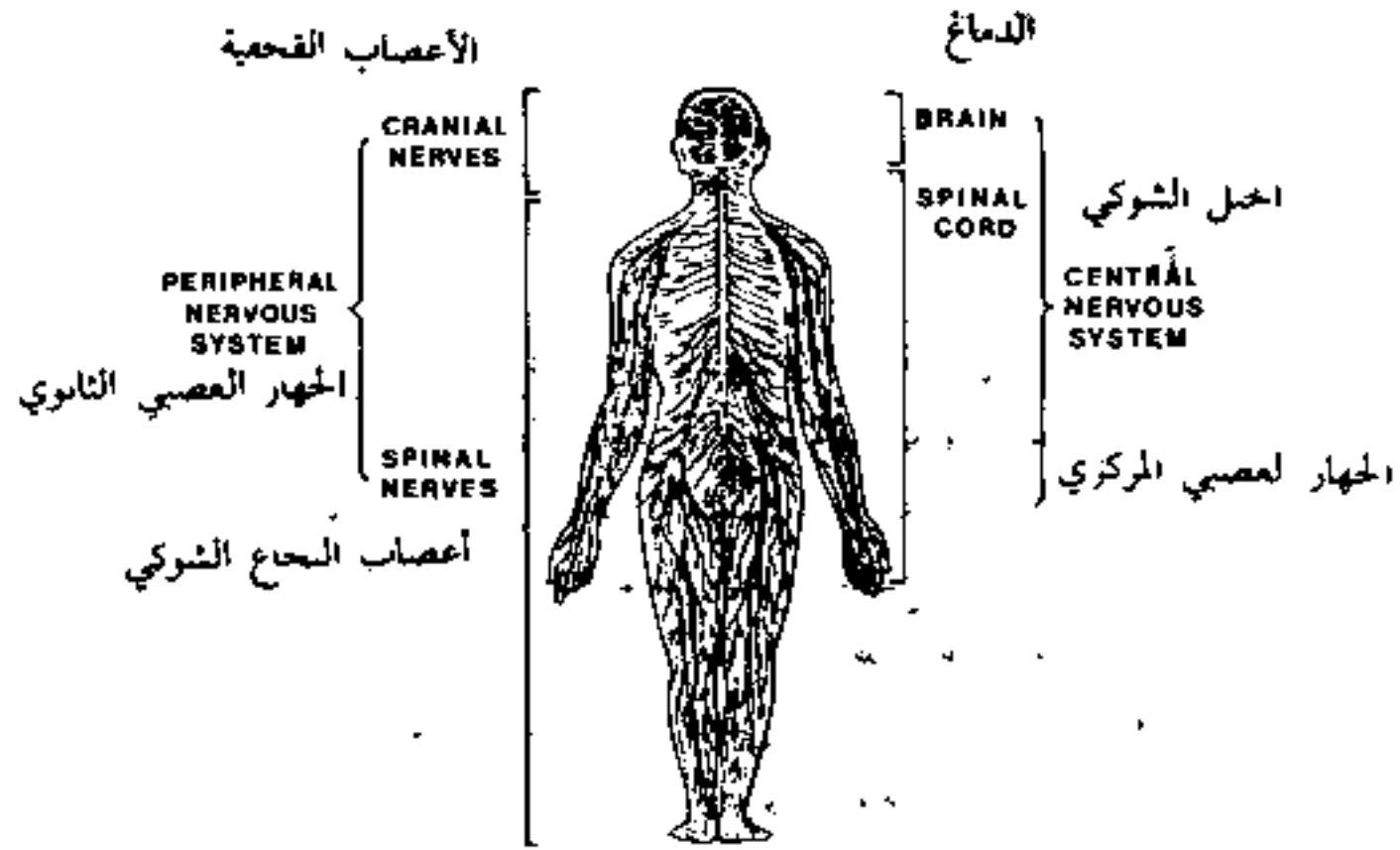
الشكل 4.1: منظومة الحوادث المؤدية لإصدار الأصوات الكلامية

أسس الكلام العصبية **Neuro Physiology of Speech**

يبقى الدماغ والألياف العصبية الممتدة منه في نشاط دائم وتستمر النبضات العصبية في الإطلاق خلال النظام العصبي ما دامت هناك حياة وعلى عكس الحاسوب، يبقى الدماغ مشتعلًا، وعندما يتلقى الدماغ إشارة، كالإشارة الصوتية مثلاً، يتضاعف نشاط بعض المناطق عن نحو حاد وهناك نشاط متزايد أيضاً عندما يهتف الإنسان نفسه لفعل شيء ما يتألف الجهاز العصبي من شبكة خلايا متخصصة تسمى كل منها «العصبون» وتقوي شبكة العصبونات هذه شبكة من خلايا أخرى تقوم بحماية الأولى وتعديتها وتُعدي هذه الأخيرة بكمية وهيرة من تدفق الدم

يمكن تقسيم الجهاز العصبي على

- (أ) الجهاز العصبي المركزي (CNS) وهو مؤلف من الدماغ، والنخاع الشوكي
- (ب) الجهاز العصبي الثانوي (PNS) ويتألف هذا الأخير من الأعصاب المشتقة من قاعلة الدماغ (الأعصاب القحفية) التي تخدم منطقة الرأس وأخرى نشق من النخاع الشوكي (أعصاب النخاع الشوكي) التي تخدم بقية الجسم أنظر الشكل (42)



الشكل 4.2: تقسيمات الجهاز العصبي

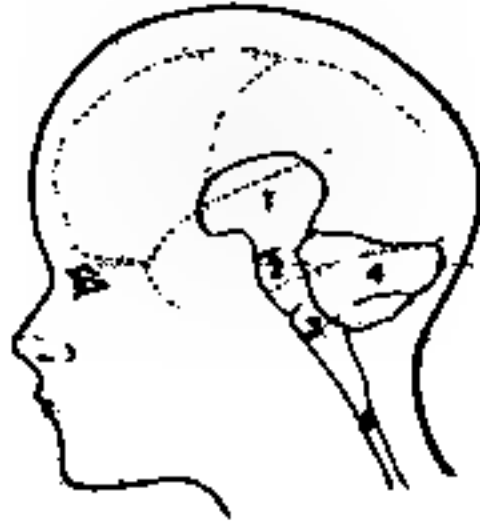
فمعصر الأعصاب حركية (عصبونات صادرة efferent) تقوم بنقل النبضات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى أجزاء الجسم الثانوية ومعصر العصبونات الأخرى حسية (عصبونات واردة) وتقوم بنقل المعلومات من أجزاء الجسم الثانوية إلى الجهاز العصبي المركزي. فعلى سبيل المثال، عندما يقرر المرء إغلاق شفتيه، تقوم العصبونات الصادرة بنقل النبضات العصبية إلى عضلات الشفتين اللتين تنقبضان أيضاً وعندما تعلق الشفتان، تثار مستقبلات الإحساس القريبة من سطح الخد وتقوم بنقل المعلومات الحسية، بأن الشفتين قد ارتفعتا، إلى الدماغ عن طريق العصبونات الواردة. إن مسارات الخيوط العصبية في الحنجرة الشوكية والجسم تتماهى حطية الاتجاه، ولذلك يمكن تصنيفها إما واردة وإما صادرة. لكن الخيوط العصبية، التي تتألف منها مراكز الدماغ العليا نفسها، متشابكة في شبكة متراصة ثلاثية الأبعاد، ولا يمكن تصنيفها بسهولة بوصفها «واردة» أو «صادرة» وأفضل شيء يمكن فعله بشأن التزويد العصبي الثانوي هو تركه لمناقشة لاحقة بما في ذلك العضلات وأجهزة

التحسس المستقلة التي تقوم بخدمتها لكنه يجب ذكر فاعلية الجهاز العصبي المركزي في إصدار الكلام أولاً لأن الدماغ هو الذي يبدأ وسيطر على كافة الحوادث التي تحصل أثناء الكلام

The Brain

الدماغ

يتألف الدماغ من جذع الدماغ المركزي الواقع في قمة النخاع الشوكي، والمخيخ الذي يقع خلفه (خلف جذع الدماغ المركزي) وبصفي كرة المخ، اللتين تحيطان جزئياً بجذع المخ، في الأعلى. يضم جذع الدماغ الأعلى المهاد الصوري، والكتل العصبية القاعدية، بينما يضم جذع النخاع السفلي سرور المادة البيضاء المحدد والنخاع المستطيل. ويصيق النخاع المستطيل عند اتصاله بالحلل الشوكي يظهر الشكل (3.4) منظرًا جانبيًا لأحد نصفي الدماغ، ويبدو فيه موقع جذع الدماغ تحت عطاء المخيخ. يزن الدماغ الإنساني حوالي كيلوغرام ونصف الكيلوغرام أو حوالي ثلاثة «باوندات» تسمى قشرة الدماغ باللفحاء وتتألف من بلايين من أحسام الخلايا التي تؤلف خلايا الخيوط العصبية المنفردة. مسرر اهتمامنا الآن على وظيفة الخلايا العصبية العامة أو العصبون.

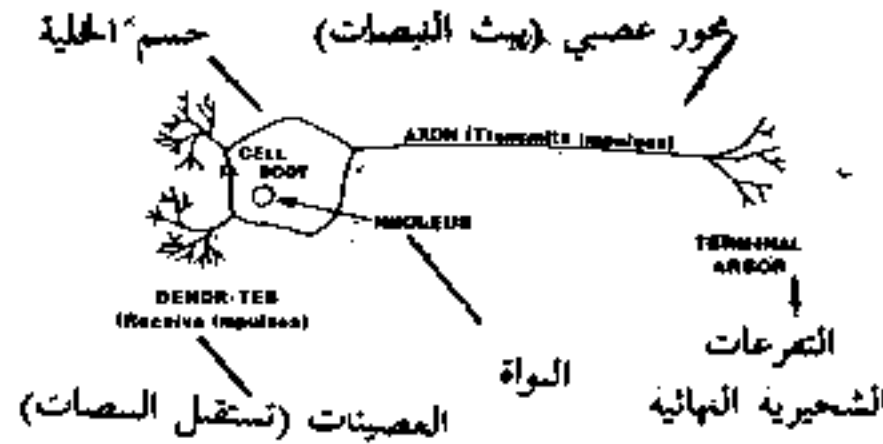


الشكل 4.3 منظر جانبي للدماغ يظهر بصفا كرة المخ ضمن المناطق المنقطعة التي تقع فوق جذع الدماغ (1) نوء المادة البيضاء المحدب (جس) (2)، المخيخ (4)، النخاع المستطيل (3)، تظهر (5) كيف يصبغ النخاع المستطيل لدى اتصاله بالحلل الشوكي

The Neuron

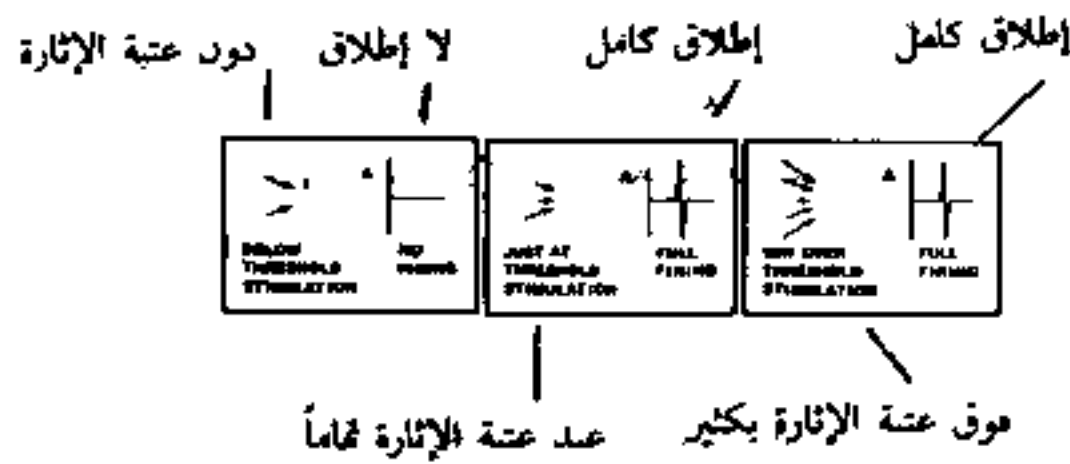
العصبون

تتحد العصبونات أشكالاً وأطوالاً مختلفة، لكنها تتألف دائماً من خلية تسمى جسم العصبون وامتدادات تستقبل وترسل النبضات العصبية؛ ويوحه كل عصبون حياته «البيولوجية» بنفسه. ويقوم - عند الإثارة المناسبة بتوليد نشاطه الكهربائي بنفسه. يمثل الشكل (4.4) أحد نماذج العصبونات.



الشكل 4.4 عصبون مستقر تستقبل البصايب العصبية من اليسار إلى اليمين

يقترب النشاط العصبي من خلية جسم العصبون من خلال الفصيصات العصبية، وتعاود النبضات خلية جسم العصبون عن طريق المحور العصبي ويعمل الجهاز العصبي على مبدأ الإطلاق الكامل للنبضات العصبية أو عدم الإطلاق مطلقاً ولكي يتم نقل النبضة العصبية على طول المحور يجب إثارة الحزب الأول من المحور الواقع خلف جسم العصبون مباشرة إلى عتبة الهيجان وإن لم يبلح حد الإثارة في العصبون تلك العتبة، فإن المحور لن يسمح مطلقاً وإن وصلت الإثارة إلى حد الهيجان، فإن المحور العصبي سوف يطلق مقبضة الكاملة بعض النظر عن قوة المؤثر. (انظر الشكل 4.5) يمكن لمجموعة قوية من النبضات الواصلة إلى خلية جسم العصبون أن تصاعف تردد النبضات، لكنه لا يمكن زيادة سعة كل سعة مستقلة. تمرر الشدة داخل النظام العصبي من خلال التردد



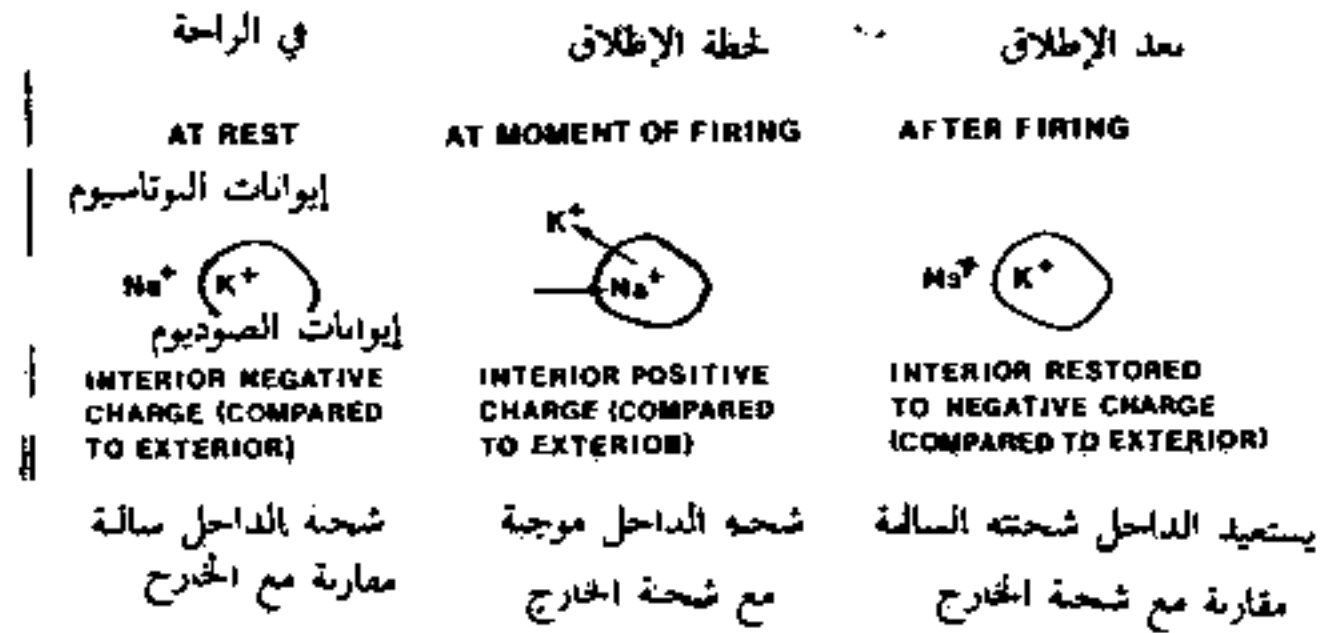
الشكل 4.5 الكل أو اللاشيء تظهر للملوحات الثلاث إثارة عصب دون عتبة الإثارة؛ وعند عتبة الإثارة، وفوق عتبة الإثارة، فلو أطلق العصبون، فإنه سيطلق بسعة ثابتة (A).

ماذا يحدث عملياً عندما يطلق العصبون؟ تنقل الإثارة أو الهيجان عن طريق المحور العصبي الخارج من جسم خلية العصبون. إن التعبر الحاسم الذي يحدث عند نقطة الهيجان هو مضاعفة نفاذية الغشاء الذي يلف المحور أو الخيط العصبي تحدث زيادة مؤقتة في نفاذية الغشاء عند نقطة الهيجان تسمح بتبادل الأيونات مما يؤدي إلى مع استقطاب الخيط العصبي للحظة قصيرة جداً.

تحمل مقطعاً عرضياً في محور عصبي يملأ جوف الخيط العصبي مادة هلامية عنية بإيونات البوتاسيوم (K^+) أما خارج الغشاء، الذي يلف المحور عملياً، فهو سائل شبيه بماء البحر وغني بإيونات الصوديوم (Na^+). تؤدي طبيعة الغشاء نفسه وبعض العمليات الاستقلابية المركبة إلى طرد معظم إيونات الصوديوم من المحور العصبي. لكن إيونات البوتاسيوم حرة في اجتياز الغشاء.

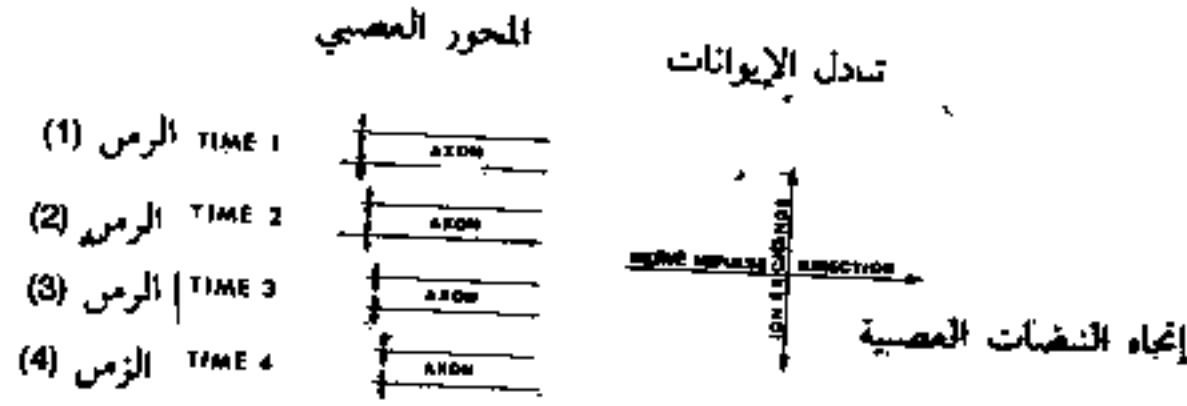
وفي حال الراحة - يكون جوف الخيط العصبي سالماً بقدرة تتراوح من 50 - 60 ملي فولط (1/1000 فولط) بالنسبة إلى الشحنة الكهربائية خارج العصبون.

وعندما تُلغ الإثارة عتبة الإطلاق في ذلك العصبون، يصبح الغشاء المحيط بالمحور العصبي أكثر نفاذية ساعماً بدخول أيونات الصوديوم (Na^+)، عتدياً، تبدأ أيونات البوتاسيوم (K^+) بمغادرة العصبون، وفي تلك اللحظة، حوالي 0,5/1000 ثانية، تصبح شحنة حواف المحور العصبي أكثر إيجابية من شحنة الخارج بقدره تتراوح ما بين 30 إلى 50 ملي فولت. وبعد لحظة الإطلاق مباشرة، يستعيد العصبون تركيبه الكيميائي الذي كان في فترة الراحة حتى تصل إثارة أخرى على طول المحور العصبي، يمثل الشكل (4.6) مخططاً بيانياً لهذا الحدث الكهركيميائي



الشكل 4.6 الأحداث الكهركيميائية في غشاء الخلية قبل إطلاق الخلية العصبية وأثناء وبعده

تؤدي إزالة الاستقطاب في نقطة ما على طول المحور إلى إثارة النقطة التي تليها مباشرة وإلى التي تلي الأولى أيضاً وبمجرد إطلاق العصبون فإنه يثار ذاتياً ومن المفيد أن نلاحظ أنه على الرغم من أن السمات العصبية تنتقل على طول الخيط العصبي بشكل طولي، لكن الحركة الحقيقية لهذه الحسيمات هي على عرض الغشاء، ومن ثم فهي حركة عمودية مع الخيط العصبي أطر الشكل (4.7)

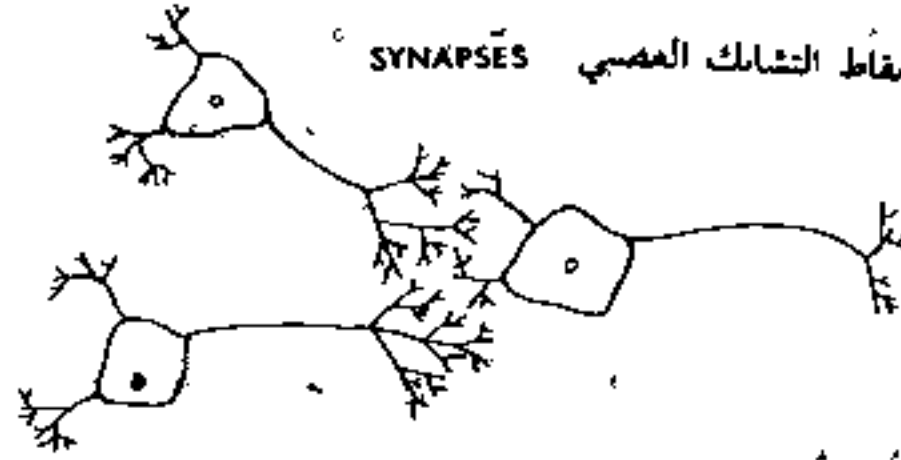


الشكل 4.7 نقل نبضة على طول المحور العصبي. تظهر الجهة اليسرى تبادل الإيوانات في لحظات الرمز المتتالية. ينتقل النقص العصبي في إتجاه عمودي مع إتجاه تبادل الإيوانات كما هو واضح في الجهة اليمنى من الشكل

تعتمد السرعة التي تنتقل فيها كل نبضة عصبية على طول الحيط العصبي على مقطعه العرضي وعلى مادة «النحاعين» التي تحيط به. تلعب سرعة النقل في الثدييات حوالي ست مرات عرض العصبون فعلى سبيل المثال، ينقل عصبون صغير مقطعه العرضي 20 ميكرون، وهو أكبر عصبون في جسم الإنسان، نبضاً عصبياً بسرعة 120 متراً في الثانية. وعامل آخر يسبب زيادة نسبة النقل النهائي هو وجود مادة النحاعين التي تلف معظم الحويوط العصبية في الإنسان ويصغر مظهرها الأبيض الذهبي سميه بعض أقسام الجهاز العصبي - «المادة البيضاء» تلف النحاعين كل محور عصبي على نحو متقطع ومتوازي مساساً ترك فواصل مكشوفة من المحور العصبي. وتوفر السمات العصبية من فاصل محدد مكشوف إلى آخر سرعة فائقة وبالمقارنة، فإن خلايا الأجسام غير مكشوفة بعمد النحاعين، ولذلك تسمى بالمادة السجانية.

يتم النقل من عصبون إلى آخر بواسطة إطلاق المركبات الكيميائية عند نقاط التشابك العصبي، وهو المكان الذي يحتك فيه محور عصبي لعصبون ما بعصبت عصبون آخر وتقوم المركبات الكيميائية بوظيفة الحسر الذي يعطي الفواصل الصغيرة

بين الخيوط العصبية. وهناك مائة مليون من نقاط التشابك العصبي في الدماغ البشري تقريباً. أنظر الشكل (4.8)



الشكل 4.8 مخطط بياني لثلاث عصبونات، تشابك الإثبات في اليسار مع الثالثة في اليمين ينتقل السهر العصبي من اليسار إلى اليمين

تسهل بعض المركبات الكيميائية عملية الإطلاق في الخلية التالية، بينما تقوم المركبات الكيميائية الأخرى بمنع الإطلاق في الخلية التالية لها. يمكن لعدة عصبونات أن تتدخل في إثارة عصبون آخر كما يمكن لعصبون مستقل أن يؤثر على عدة عصبونات أخرى في الوقت نفسه. تتفق هذه الترتيبات في التقاء العصبونات وتباعدها مع تغيرات كيميائية يمكنها أن تمنع أو تسهل عملية الشد العصبي عبر نقاط التشابك العصبي، مما يفسر المرونة الكبيرة في الجهاز العصبي ويمكن تأسيس أنماط ثلاثية الأبعاد مختلفة لا حصر لها من شبكات الخيوط العصبية في كل من الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الثانوي

تسمى عصبية من العصبونات بـ «العصب» يطلق كل عصبون على محور مستقل عن الآخر لكن العصب يقوم عادة بخدمة منطقة معينة من الجسم. فعلى سبيل المثال، يقوم العصب السمعي المؤلف من حوالي 30,000 حيط عصبي، معظمها حسية، بنقل المعلومات من الأذن الداخلية إلى الدماغ

إن تردد الإطلاق العصبي محدود لأنه يجب أن يستعيد كل محور عصبي تركيبه الكيميائي في حالة الاستمرار قبل كل إطلاق قبل أن يستطيع الإطلاق مرة أخرى. ويمكن لعص العصبونات أن تطلق حوالي 200 مرة في الثانية وتصل هذه السرعة في بعض الخلايا العصبية المتخصصة على نحو عالٍ إلى أكثر من 1,000 مرة في الثانية بعد أن استعرضنا الوظيفة الأساسية للحيط العصبي، دعنا نناقش الآن ما هو معروف حول كيفية تحكم الجهاز العصبي باللغة المحكية (الكلام)

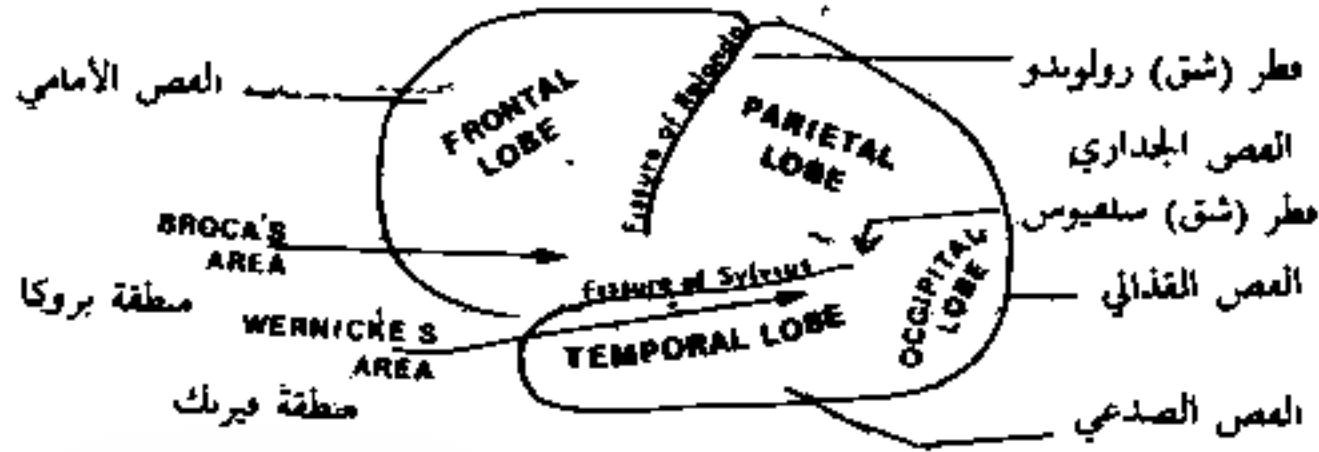
تحكم الجهاز العصبي المركزي بالكلام Central Nervous System Control of Speaking

على الرغم من أننا لم نزل بعلمين عن فهم الشبكات العصبية التي يمكن أن تتحكم بالكلام، لكنا حصلنا على معلومات كثيرة حول بعض مناطق الدماغ المحددة المتصلة بإصدار الكلام. من المعروف منذ زمن بعيد أنه عندما يصاب الدماغ برصاصة أو صدمة عيفة، أو عندما يعاني المرء من سكتة مخية - صرر يلحق الأذى بخلايا الدماغ مسبب انفجار وعاء دموي أو تخثر دموي (حادث دموي دماغي Cerebral Vascular accident) تحدث اضطرابات لغوية غالباً يسمى القصور اللغوي «الحبسة» التي يمكن أن تتخذ أشكالاً عدة: قصور في صياغة ما يراد قوله، وقصور في الفهم، وفي النطق، وفي الكتابة، وفي القراءة، وفي تسمية الأشياء، أو في مركبات مصاعمة لهذا القصور أو ذلك وبدرجات متفاوتة في الحد.

ومعروف منذ زمن بعيد أيضاً أن نصف الدماغ الأيسر يتحكم بحركة نصف الجسم الأيمن وإحساسه، بينما يتحكم نصف الدماغ الأيمن بحركة نصف الجسم الأيسر وإحساسه وبذلك فإن سكتة دماغية في نصف الدماغ الأيمن قد تسبب شللاً كاملاً أو جزئياً في نصف الجسم الأيسر، ويعتمد ذلك على موضع الضرر الدماغي ومداه

لكنه إلى وقت قريب نسبياً حتى اكتشف جراح الأعصاب الباريسي وعالم الإنسان بول بروكا «Paul Broca» عام 1861، من خلال تشريح جثة إنسان كان يعاني

من حبة، أن تليف الفص الأمامي الثالث من قسم الدماغ الأيسر هو المسيطر على إصدار الكلام. أنظر الشكل (4.9)

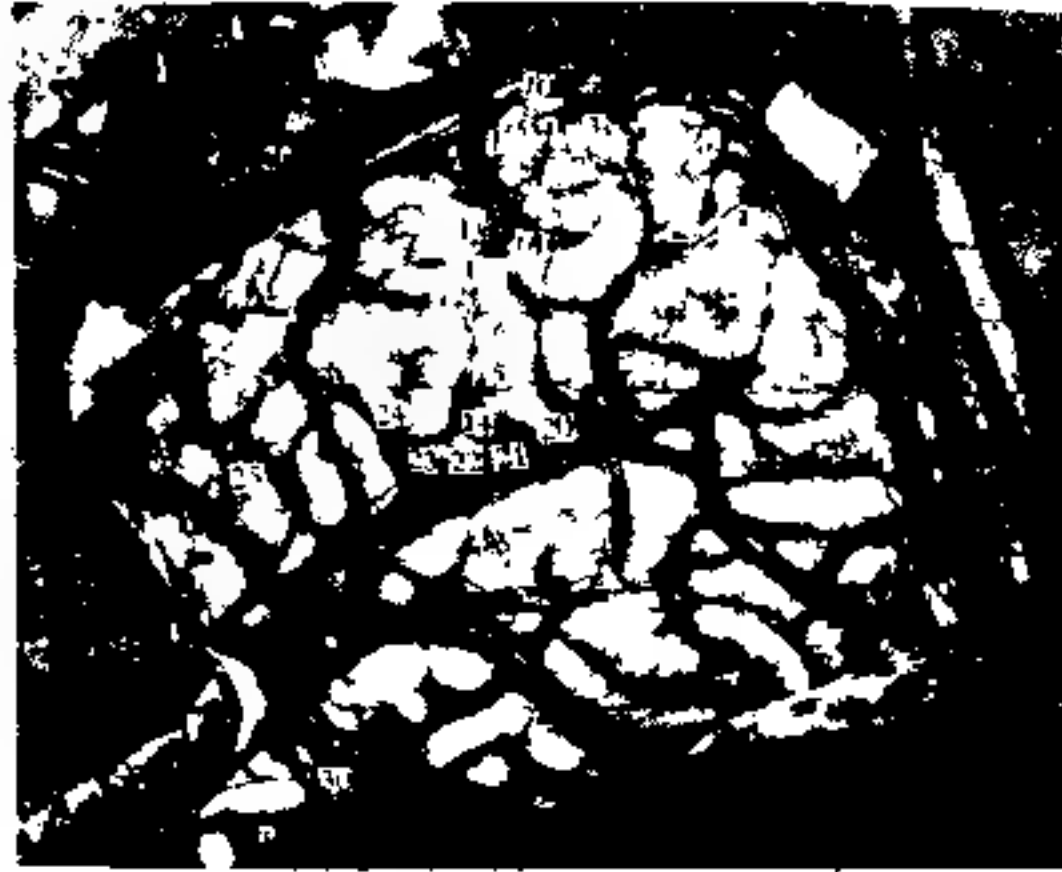


الشكل 4.9 منظر حاسي للقشرة الدماغية معلمة حسب تقسيماتها الكبرى يُقسم وجه اللحاء الحاسي إلى أربعة قصوص الأمامي، والجداري، والقذالي والصدغي. يفصل فطر رولاندو الفص الأمامي عن الفص الجداري؛ بينما يفصل فطر سيلفيوس الفص الصدغي عنها. كما تمت الإشارة إلى المناطق التي يعتقد بروكا وويريك أنها متضمنة أو موجودة في إصدار الكلام وفهمه.

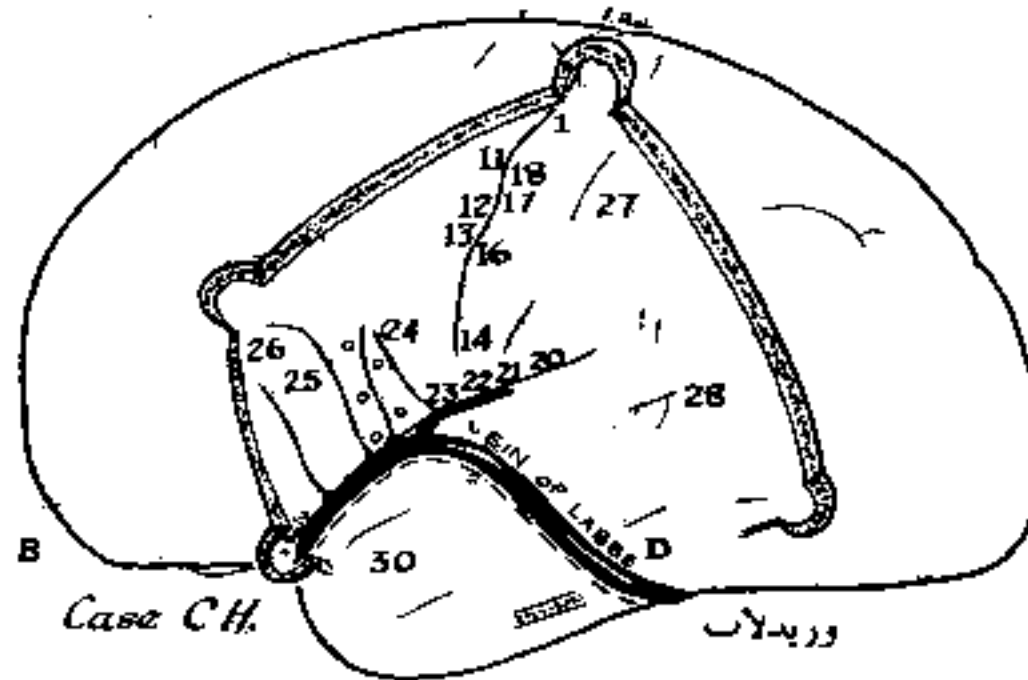
وليس بعد ذلك بكثير، كان ذلك عام 1874، حدد كارل ويريك Carl Wernicke أن فهم الكلام يقع في تليف الفص الصدغي الأول. وقد تراجعت مثل هذا التحديد الدقيق في الوظيفة في الآونة الحديثة بحيث ينظر الآن إلى الدماغ على أنه من حدة في تحديد الوظيفة لكن حراحي الأعصاب يوافقون، على أنه حال، على أن نصف الدماغ الأيسر هو المسيطر والمتحكم في الكلام لدى كل الناس الذين يستخدمون لغتهم، وعند معظم الذين يستخدمون لغتهم وأن المنطقة الدماغية الحساسة في الكلام هي المنطقة الواقعة في منطقة الاتصال بين الفص الجداري والفص الصدغي وعلى الرغم من أن الاسم الدقيق للموقع يعرف بمنطقة بروكا، التي يمكن إزالتها في بعض الحالات دون التأثير في الكلام، فإن إصدار الصوت العصبي الحركية اللازمة لتحويل العصبونات المسؤولة عن الكلام يتصمم قسماً من الخلفية - الداخلية للصدع الأمامي الأيسر.

لقد قام بروكا وفيرنك بتشريح بعض الحثث كي يطوروا برهاناً على صحة نظيرتهما. وقد تم تأكيد بعض أجراء من نظيرتهما حين قام جراح الأعصاب الكندي بـميلد (Penfield) من مونتريال بتوصيح المناطق الهامة في الكلام في القشرة الدماغية على نحو دقيق ومفصل. مبيتهجداً أسلوباً مختلفاً، فيما كان يعالج الصرع بأساليب جراحية، قام بـميلد ولامر روبرتس «Lamar Roberts»، وهو زميل بـميلد وطالبه، بإثارة مناطق الدماغ المكشوفة عدد أكثر من سبعين مريضاً من أجل رسم خريطة القشرة الدماغية قبل إجراء العمل الجراحي* واستخدمت هذه الإثارات في تحديد المناطق التي تسمح بإحداث نوبات الصرع وهكذا تعلم هذان الجراحان الشيء الكثير عن وظيفة الدماغ

وبما أن الدماغ لا يحتوي على مستقبلات الألم، فإنه يمكنه نقل الإثارة الكهربائية من دون فقدان الحس العام. وبذلك يُسمح للمرضى أن يكونوا واعين تماماً، ومن ثم يمكنهم التكلم. وقد بُثَّ تيار كهربائي صغير بواسطة سلك دقيق يلامس المناطق المكشوفة من خلايا قشرة الدماغ في عدة أماكن، واتحدت استجابة المريض أشكالاً متعددة) انماصات عصبية في موقع ما، والإحساس بالوحر الخفيف في موقع آخر، ومن خلال النطق، ومن استعادة حوادث سمعية وبصرية ماضية أو بالعياب الكامل والمماجيء للقدرة على التكلم. رُقعت أماكن الاستجابة من خلال إسقاط قصبيصات صغيرة من الورق تحمل أرقاماً معينة على الموقع، وبعدها صُوِّر اللحاء المرقم. يظهر الشكل (4.19 A) صورة لمخطط القشرة الدماغية مع الاستجابة الإيجابية إلى كل إثارة مرقمة.

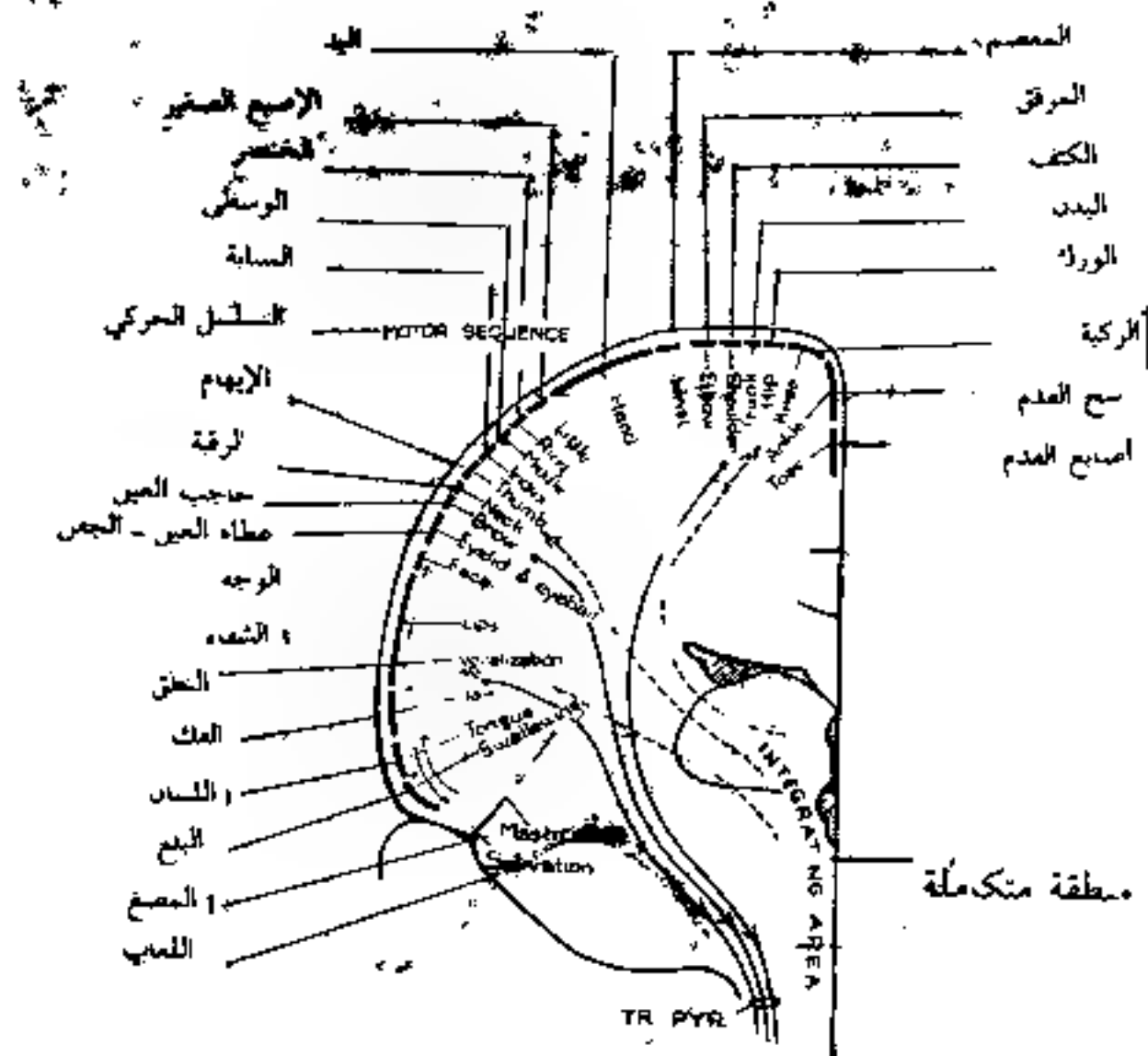


الشكل 4.10 A صورة للسطح اليساري الدماغي من علاف CH بعد تحطيط الكلام تشير الأرقام إلى النقاط التي أثبتت ويدل الرسم للياني (4.10.B) على المنطقة وعلاقتها بجانب المح: الكامل.



الشكل (4.10.B). رسم بتيلد لـ (Case.CH) مخطط بياني تم الحصول على الحبة (عدم المفردة عن الكلام) بوضع الكرويات مشيرة في النقاط 27، 26 و 28 وتم الحصول على العقلة (Anarthria) من خلال إثارة النقاط 23 و 24

ومن خلال نظرة بسيطة سريعة إلى الشكل (4.9) أو (4.10.B) يمكن رؤية فطر روبرالدو وهو يخلق شقاً أو انقباضاً عمودياً بين العنصر الأمامي والعنصر الخلفي. ويستح عادة عن الإثارات المحيطة على يسار هذا الفطر، عندما تطبق على القسم الخلفي من العنصر الأمامي، استجابات حركية: انقباضات عضلية وحركات. يشار إلى هذه المنطقة بـ «القطاع الحركي» على الرغم من وجود بعض الاستجابات الحسية فيها أما إلى بين فطر روبرالدو هذا، فقد كانت كامل الاستجابات للإثارات المحيطة حسية تقريباً. وفي ظل من قطاعي المخ الحسي والحركي، مثل الجسم مقلوباً وأماماً على عقب كما هو موضح في المخطط العرضي للحركي في النصف الأيمن. الشكل (4.10.A)

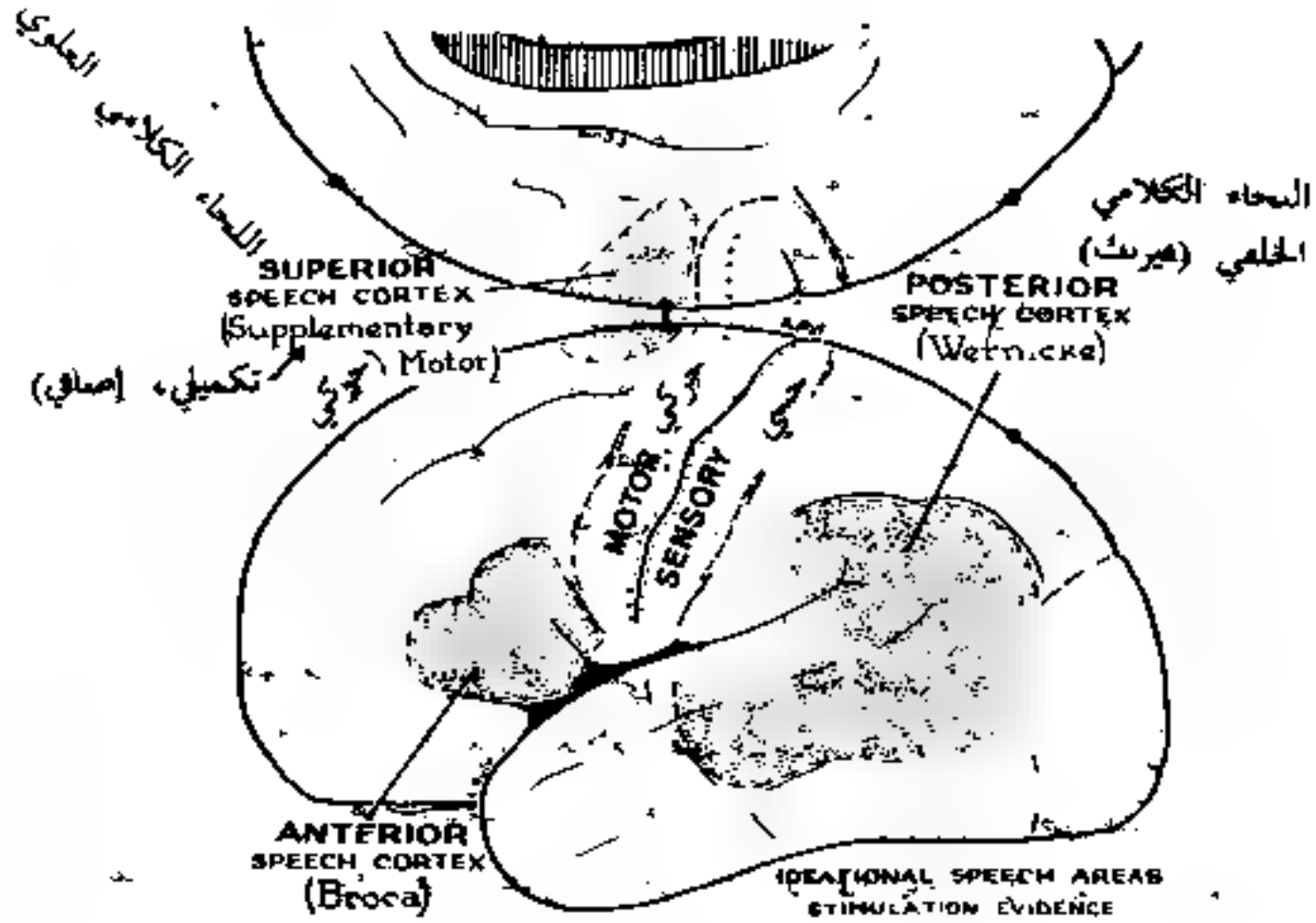


الشكل 4.11 منظر جانبي لعماء معظم بالتخصيف الرئيسية تقسم وجه اللحاء الجانبي على أربعة فصوص: الأمامي، والجداري، والصدغي والقذالي. يفصل فطر روبرالدو العنصر الأمامي عن العنصر الجداري، ويسمى يفصل فطر سيلفيوس العنصر الصدغي عنها. كما يشير إلى المناطق التي يعتمد عليها بروكا وفيريك مؤثره في إصدار الكلام

لاحظ الطريقة التي مثلت فيها الإستجابة الحركية لأصابع القدم والأطراف السعلية في قمة القشرة الدماغية، بينما مثلت استجابات الرأس الحركية في سطح الفص الأمامي السفلي. والشئ المدهش هو مدى التمثيل في قشرة الدماغ المخصص للشفتين، واللسان، والحنك، وآلية اللعوم في مناطق المخ الحسية والحركية. وبالإضافة إلى اليدين، فإن الأجزاء المستخدمة في عملية الكلام تمتلك أهل تمثيل من المادة السنجابية على طول القطاعين الحركي والحسي في كل من نصفي الدماغ. وكأن وظيفة معظم أجزاء الجسم الأخرى قد قصِد أن تكون وسيلة لنقل المعلومات وإمدادها إلى الرأس واليدين التي تسيطر على الجسم وتستقبل المعلومات من المحيط المجاور.

على الرغم من أنه يبدو أن نصفي الدماغ يتحكمان ببعض المظاهر الحسية والحركية الدقيقة في آليات إصدار الكلام، فإن التحكم العام باللغة الشفوية المنتظمة يكمن في نصيب واحد هو النصف الأيسر. فعندما أثار بتفيلد بعض مناطق قشرة الدماغ لم يستطع المرضى تسمية بعض الصور أو حتى الإجابة عن بعض الأسئلة. وفي بعض المواقع الأخرى، تكلم المريض، ولكنه بنطق غير واضح. وكان ممكناً، من خلال إثارة واحدة في منطقة الفص الجداري - الأمامي، الإقضاح عن تجربة سمعية بصرية متسلسلة الزمن. فقد أقرت إحدى المريضات إنها كانت في مطبخها، واستطاعت سماع أصوات البيئة المحيطة هناك خارج مرلها. لقد كان ذلك حدثاً يفوق أحداث الذاكرة. فقد عاشت المريضة دوسمحت الحدث ثانية بينما كانت مدركة، في الوقت نفسه، أنها في موشريال مع الدكتور سفيلد. يمكن إجراء هذه التجارب، أحياناً مرات متكررة بإثارة متتالية. وأوقعت إثارة أخرى في منطقة الفص الجداري - الأمامي أيضاً تسمية بعض الصور على نحو مفاجيء. فعندما عرِضت صور فراشة على المريض لم يستطع تذكر اسمها، وأصاب، عندما توقفت الإثارة، أنه عندما عجز عن تذكر اسم الفراشة، حاول تذكر كلمة «العثة» أو «البشارة» لكنه عجز عن تذكر ذلك أيضاً.

يلخص الشكل (4.12) المناطق التي وجد بتفيلد وروبرتس أنها هامة في الكلام بناءً على دليل الإثارة العملية:



مناطق الكلام الفكرية محل دليل الإثارة العصبية اللحاء الكلامي الداخلي (بروكا)

الشكل 4.12 خريطة تلخص المناطق التي وجدها بنفيلد مهمة في الكلام في سطح نصف الدماغ الأيسر. يشير الرسم السفلي إلى السطح الخائفي، بينما يشير الرسم العلوي إلى استمرارية المناطق في السطح الدماغي الأوسط.

تتوافق منطقة القصر الأمامي الداخلي مع منطقة بروكا، ونسج من معظم الإشارات هنا كلام غير واضح أو لكنه مؤقتة. أما المنطقة الخلفية فهي كبيرة؛ وتنقسم قسماً من القصر الصدغي، وامتداد المنطقة المعروفة بمنطقة هيريك، وقسماً من القصر الجداري؛ ويعتد بنفيلد هذا القسم الأهم في اللغة والكلام. علمت نسب الإثارات في هذه المنطقة تذكر تجارب متتالية من الماضي، بل أوقعت مقدرة استخدام اللغة على نحو معاجي. علم يستطع المريض، أحياناً، قول ما يؤد قوله أو فشل في فهم ما يقال له، ويشبه هذا الحسة تماماً. وقد عذت قشرة الدماغ العليا المتعلقة بالكلام أقل أهمية، لكنها

تكمل عمل القطاع الحركي المتخصص بالكلام واللغة. ويجب ملاحظة أنه على الرغم من إمكانية الإشارة إلى ثلاث مناطق عامة، لكن وظيفة كل منطقة من هذه المناطق لم تكن مستقلة عن الأخرى تماماً كما توقع سبيلد / وروبرتس. لقد فسروا تداخل الوظائف باتصالات تجري بين هذه المناطق تحت القشرة الدماغية، وكلتا حريصين على ذكر أن إثارة كهربائية واحدة أثارت كافة الأنظمة والشبكات بما في ذلك خلايا عصبية بعيدة عن موقع المسرى الكهربائي المثير.

إن برهان سبيلد وروبرتس عني بمحتوياته حول تحكم الجهاز العصبي المركزي بالكلام، واللغة، وأحداث الذاكرة المتتالية، وحتى في الفكر والحدير بالملاحظة والانتباه أنه تم الحصول على الاستجابات البسيطة في النطق وتحريك عضلات الكلام بواسطة تحريض ثنائي (نصف كرة المخ) - لكنه تم تحديد الاستجابات الأكثر تعقيداً كاستعادة بعض التجارب أو الكلمات المفاجئة في الكلام في أحد نصفي الدماغ، ولم ينتج عن أية إثارة كلمة محكية. ولم يحدث في أية مرحلة من مراحل الإثارة قول المريض لا إرادياً كلمة مثل «كرسي» على سبيل المثال. يصمم الكلام عملاً مترامناً في عدة أجزاء من الدماغ، ويبدو أنه على درجة عالية من التعقيد والتركيب لأنه يمتص أو يستخرج من إثارة واحدة، على الرغم من إمكانية إيقافه.

وبعد معرفة أن أحد نصفي المخ هو المسيطر والمتحكم بالكلام، حاولت مجموعة مونتريال تطوير ما هو معروف بـ «اختبار وادا»، «Wada Test» للتأكد من القسم المسيطر في اللغة. وتعتمد القرارات الطبية حول مدى نجاح العملية على تقييم الأهمية النسبية لإزالة الورم، وتعطيل قدرة المريض الكلامية. يمكن للطبيب أن يزيل قسماً أكبر من الألياف من نصف الدماغ غير المتحكم بعملية الكلام.

وللحصول على هذه المعلومات نحقن كمية من أميتال الصوديوم في الشريان السباتي في أحد جانبي الرقبة مرة واحدة. وينقل الشريان السباتي الدم إلى الدماغ، وبذلك يهتج عن أميتال الصوديوم تأثير مؤقت على القسم الذي حقن. ويستعيد القسم المحقون وظيفته العادية بعد فترة وجيزة، ولذلك ليس هناك وقت للاختبار المطول الدقيق، فغالباً ما يستلقي المريض على طاولة وذراعاه ممدودتان باتجاه السقف، وركبته مثنيتان. إن تأثير الحقنة سريع ومباشر بحيث تنهار الساق والذراع المعاكس للقسم

الدماغ المحقون . يُطلب من المريض عدّ بعض الصور وتسميتها والإجابة عن بعض الأسئلة ، وتم إعادة الإجراء نفسه تماماً على الطرف الثاني . ويحدث عادة أن يكون تأثير صرر بحقنة أميتال الصوديوم في الكلام واللغة في أحد نصفي الدماغ أكثر منه في الآخر . واكتشفت برايدا ميلتر «Brenda Milner» من جامعة ماكجيل «McGill» في مونتريال أن القسم المتحكم بالكلام واللغة هو نصف الدماغ الأيسر بسبة 96% من المائة والأربعين الذين يستخدمون يماهم وسبة 10% من المائة والإثنين والعشرين الذين يستخدمون يسراهم ممن أخضع للتجربة . وعندما مثل الكلام على نحو ثنائي ، كما كانت الحال ، لدى عدة مرضى ، كانت تسمية الأشياء أقوى في الجانب الأول ، بينما كانت المقدرة على ترتيب كلمات هي الأقوى في الجانب الآخر

إن الدليل الكامل على تحديد أي من نصفي المخ هو المسؤول عن إصدار اللام ، من تشريح الجثث عند بروكا وفيرنيك ، أو من الإثارة الكهربائية في عمل بنفيلد وروبرتس أو اختبار أميتال الصوديوم عند وادا «Wada» ورازموسين «Rasmussen» ، مأخوذ من نصفي المخ . يعدّ الكثير من جراحي الأعصاب المخ مصدراً للحركة الإرادية . وعلى نحو مماثل ينظر بنفيلد إلى قشرة اللحاء الحركية على أنها مجرد منبّه تصلها البضات العصبية الحركية الصادرة عن جذع الدماغ الأعلى . وتنحدر من هذه المنطقة (قشرة الدماغ الحركية) البضات إلى الأسفل باتجاه المجرى الهرمي وإلى العضلات في نهاية المطاف . يمكن أن ينتج عن أي صرر في مستوى قشرة الدماغ ، أو عدم قيامها بوظيفتها على نحو صحيح ، شلل تشنجي . وعالماً ما يلاحظ هذا الشلل في ضحايا الشلل الدماغى حيث تنقبض العضلات لكنها لا ترتخي ثانية . وقد ينتج عن خلل في جذع الدماغ الأعلى إصابة غير متحكم بها في حركة الأعمال الإرادية (الكبح) وتلك سمة عامة أخرى للشلل الدماغى ، توجد أيضاً لدى مرضى ضعف النشاط العضلى ، أو قساوة العضلات كما هو شائع في داء باركنسن (Parkinson Disease) . لكن الصرر الكامل ، أو علم وصول الأكسجين ، قد يسبب إعاقة عقلية تقلل من مستوى مقدرة اللغة ، من بين الأشياء الأخرى ، وذلك تبعاً لمستوى الضرر اللاحق بالدماغ . ويمكن للعديد من الاضطرابات المتعلقة بالجهاز العصبى المركزى أن تسبب قصوراً متنوعاً في التعلم : كعدم المقدرة على الإصغاء لشيء ما ، أو مشكلات في القراءة ، أو عجز عن ربط المعنى بالنمط الصوتى الكلامى ، واضطرابات مختلفة ومعقدة في اللغة ، ومشكلات ليس في

اللغة فحسب، بل في الإتصال والعلائق الإنسانية على الجملة وعندما يكون هناك عجز في التناسق ووحدة الحركة يمكن أن يكون الإضطراب في المخيخ.

يُعرف عن المخيخ، القابع خلف المخ وأسمعه، مدد رمن بعيد، قيامه بتسيق الزمن وتنظيم الحركات المعقدة الدقيقة وقد قام جون أكليس «John Eccles» بدراسة المخيخ الذي كان محور اهتمامه، واقترح أن المخيخ معدّ لتنفيذ أعقد المهمات دقة على نحو ذاتي. ويعطي مثلاً «صبيحة الأمر» الموحدة في الجملة الآتية «أكتب إسمك». فحسب وجهة نظر أكليس، يكون مصدر الأمر هو المخ، بينما يقوم المخيخ ذاتياً بالتحكم في الرمن، والشدة وتفاعل وبرة الأوامر العصبية من المخ. تنقبض العضلات وترتخي في نمط محدد منظم دون حاجة إلى التحكم الإرادي في كل جزء من التوقيع على سبيل المثال تتجه العضلات الحركية القادمة من المخ آتياً إلى الفص المعاكس في المخيخ. ويقوم المخيخ في رمن لا يتجاوز مدة مئات من الثانية/1 بتوجيه التدفق المعقد للنبضات القادمة من قشرة الدماغ الحركية، ويستمر في فعل ذلك باستمرار العمل. يتلقى المخيخ معلومات عن المكان والحركة من العضلات والمفاصل، وله العديد من الاتصالات مع الحبل الشوكي بالإضافة إلى المخ. وببما يرى سبيلد أن أمر الكتابة أو الكلام أصله جذع الدماغ الأعلى وليس المخ كما هي الحال في رأي أكليس، فإنّ جراحي الأعصاب يتفقون على أن المخ، والمخيخ، والعقد القاعدية تتفاعل وتتصل في أي نشاط إرادي دقيق كالتكلم على الرغم من أن طبيعة هذه الاتصالات لما تفهم أو تتوضح بعد

السبونريه*: دليل التخطيط القبلي Spoonerisms Evidence for Preplanning

وليام. أ. سبونر «William A. Spooner» كاهن إنجليري وعميد بيوكوليج في اكسفورد في بداية هذا القرن، وهو مشهور بكلامه المقلوب الصالح أكثر منه بمحاضراته، فعوضاً عن قول «you have missed my history lectures» سيقول سبونر: «you have hissed my mystery lectures»، وذلك تبديل يعرف الآن

* السبونرية تبديل مواضع الحروف الأولى في كلمتين أو أكثر

بـ «السيورية» وينقل عنه قوله: «⁽¹⁾ Work is the curse of drinking class» إن تبديل مواقع الكلمات، وتبديل مواقع الفونيمات، يشيران إلى أن المتكلمين يحتفظون بعبارة كاملة جاهزة للكلام في إحدى مراحل الاستعداد للتكلم، وإلا فلن يحدث نقل كلمة أو صوت من نهاية العبارة المقصودة إلى البداية. تكشف أخطاء الكلام، وهناك أنواع أخرى من الأخطاء بالإضافة إلى السيورية، عن شيء ما حول إصدار الكلام ويذكر الجدول (4.1) أمثلة عن أخطاء كلامية صوتية جمعها فكتوريا فرومكين «Victoria Fromkin» من جامعة (USLA) جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس.

Table 4.1
Segmental Errors in Speech*

Errors	Examples
Consonant errors	
Anticipation	A reading list It's a real mystery A reading list It's a <u>real</u> mystery
Perseveration	Pulled a lantern At the beginning of the turn Pulled a <u>pantrum</u> At the <u>beginning</u> of the <u>burn</u>
Reversals (Spoonerisms)	Left hemisphere A two-pen set <u>Left</u> hemisphere <u>A two-<u>pen</u> set</u>
Vowel errors	
Reversals	Feet moving Fill the pool Feet <u>meoving</u> <u>Fool</u> the <u>pill</u>
Other errors	
Addition	The optimal number Ice cream The <u>mo</u> ptmal number <u>Issa</u> cream
Movement	Chrysanthemum plants Speech production Chrysanthemum <u>p</u> ants Speech <u>pr</u> oduction
Deletion	Damage claim Clamrage dame
Consonant clusters	
split or moved	

الجدول (4.1) يمكن للأخطاء القطعية أن تحوي على الصوامت والصوائت أيضاً وقد أظهرت بعض أنواع التبديل المودحية تبرز مثل هذه الأخطاء على أن القطع الصوتية المنفصلة التي افترضتها النظرية اللغوية موجودة في قلوب المتكلم الفواعديه

(١) بدلاً من Drinking is the curse of working class

لاحظ أنه لم يتم التبديل بين الصوائت والصوامت البتة، وكذلك فإن الأخطاء متماشية تماماً ودائماً مع قواعد اللغة الإنجليزية. ونجد *moptimal* بدلاً من *optimal*، لكننا لا نجد ما البتة على شكل «*ngoptimal*» لأن (y) لا تبدأ المقطع مطلقاً في الإنجليزية. وتحدث معظم الأخطاء في المقطع الأول، وغالباً في الصوت الأول من كلمة. وما هو مثير أيضاً وجدير بالملاحظة أن أخطاء النعمة والسير في العبارة والجملة تبقى ثابتة بغض النظر عن التعبير الحاصل في مواقع الكلمات أو الأصوات. ففي مثال فورمكس «*Segmour sliced the knife with the slami*» نجد أن ارتفاع درجة النعمة والشدة المتزايدة التي يجب أن تقع على «*knife*» في الجملة المعنية قد وقعت الآن فوق «*slami*»، تلمح هذه الأخطاء إلى آليات عضوية عضلية في إصدار الكلام في مراحل التخطيط قبل بث النبضات الحركية إلى العضلات ومن الواضح الآن أن المتكلمين لا يأملون ويتكلمون حملة كل كلمة على حدة، دعنا نناقش الآن كيف يمكن تحويل عبارة محتفظ بها في حالة استعداد للإصدار إلى شكل سماعي، وبعد ذلك، وبدقة أكثر، ندرس الآليات الفيزيولوجية التي تعد لذلك.

Respiration

التنفس

تحويل التيار الهوائي من أجل الأصوات الكلامية

Modification of Airstream for speech sound.

بعض النظر عن الأشكال التي يمكن لمراحل تخطيط الكلام أن تتخذها، لا بد من أن يأتي الوقت لإصدار الكلام. وإذا ركزنا اهتمامنا الآن على هذا النشاط الممكن دراسته على نحو مفصل نسبياً، دعنا نناقش أولاً المهمة الأساسية العامة التي تواجه المتكلم. فكل الأصوات الإنجليزية نتيجة تحويل للهواء القادم من الرئتين. حيث يجب على المتكلم أن يصد تياراً خارجاً من الرئتين كي يحوره، ويتقدم بعد ذلك في تحويله أيضاً بأشكال متعددة بحيث يصبح مسموعاً من جانب المتلقي.

وعلى الرغم من ذلك الإنسان الذي يمكنه من تفصيل مختلف الأصوات التي يصدرها لأنظمة الكلام المختلفة المستخدمة في العديد من لغات العالم، فمن الواضح تماماً أن هناك قيوداً تفرضها آليات الكلام. فالمتكلم لا يملك سوى عدة أجزاء متحركة كي يصدر نوساطتها الكلام، وهي: الحبال الصوتية، واللسان، والفك، والشفطان،

والحنك الرحو، وهناك عددٌ من التجاويف أيضاً يستخدمها مرنانات . الفم ، والبلعوم ،
والتجاويف الأنفية التي تشكل التجاويف الأساسية ومع ذلك فإن متكلمي العالم
يستخدمون الفونيمات (عائلات من أصوات تشير إلى اختلافات في المعنى) وهي أصوات
وفيرة ملفوظة يصدرها المتكلمون عندما يبرزو حناهم الصوتية، ويحدثون تنوعاً كبيراً من
أشكال المجري الصوتي كي يستخدموها مرنانات لإنتاج عدد كبير من الضجيج،
والهسهسة، والطفطقة، والذمذمة، والتحير وبعض الانفجارات الهوائية الصغيرة
وهناك عدد قليل من الأصوات يصدر أثناء الشهيق، وفي بعض اللغات، يتم التمييز بين
الأصوات المتشابهة تماماً بتغيير في طبقة الصوت السببية

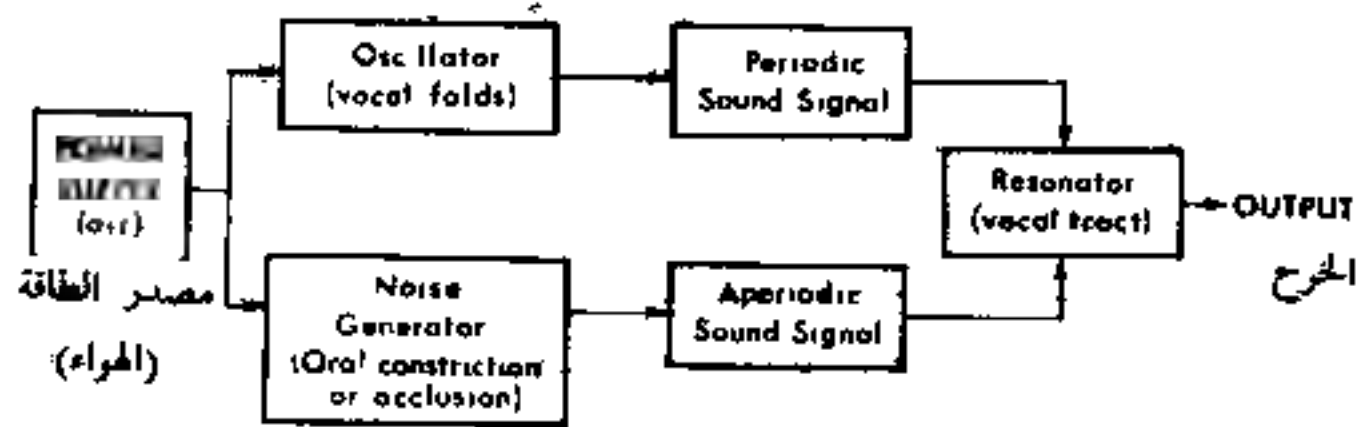
وهناك حوالي أربعين فونياً في الإنجليزية، وهي موجودة في الملحق رقم - 1 - وقد
أوجدت هذه الفونيمات جميعاً من خلال جعل الهواء الزفير مسموعاً والأسلوبان
الرئيسان اللذان استخدما في جعل الهواء مسموعاً هما: هز الحبال الصوتية (الصوت)،
وإحداث ضجيج يسمع بوصفه أصواتاً صامتة. أما الصوت فهو إحداث موجة صوتية
دورية من خلال الفتح والإغلاق السريعين للحبال الصوتية. من ثم يقطع (يُقسَم)
الهواء الخارج من الرئتين إلى نغثات هوائية صغيرة مسموعة. بينما تحدث الأصوات
الصامتة من خلال وضع أجزاء من آلية الكلام على نحو تحدث فيه موجات صوتية غير
دورية في المجري الصوتي، غالباً في الفم أو التجويف الصمي، وترن الأصوات الدورية
واللادورية جميعاً في المجري الصوتي.

اللفظ (آه)، وهذا مثال عن صوت صائت فكل الأصوات الصائتة في الإنجليزية
توجد من خلال اهتزازات في الحبال الصوتية، حيث تحدث اهتزازات الحبال الصوتية
مصدر الصوت الذي يستمد خصائصه من مثل كـ «آه»، مقابل «ي» الصائت أيضاً من
خلال الرنين السمعي الذي نحصل عليه في هذه الحالة من خلال هجوة صمية كبيرة
وهجوة بلعومية صغيرة نسبياً. جرب الآن «ش» و «ك». يمثل هذان الصوتان نوعين
مختلفين من الأصوات الصائتة. حيث أن مصدر هذين الصوتين ليس الحبال الصوتية بل
-العجوة الصمية. يصدر (ش) من خلال إخراج التيار الهوائي من فتحة صيقة للغاية
أما في (ك)، فيحبز الهواء تماماً حيث يمكن إطلاقه على نحو مفاجيء منتجاً بذلك
دفقة مؤقتة عابرة من الصوت.

وأخيراً يمكن الجمع بين هذين الأسلوبين في الأصوات الكلامية، مما هو في واقع الأمر تركيب من الصَّوْتِ الدوري والصَّوْتِ اللادوري. حاول أن تطوّل (س) واستمر في الصَّجيج، ولكن أبدأ بهر الخيال الصوتية في الوقت نفسه، سوف تحصل على صوت كلامي آخر وهو (ز) مضافاً بذلك تعبيراً آخر في تيار الهواء الخارج.

يمكن النظر إلى آليات إصدار الكلام بوصفها مشابهة لجهاز موسيقى خاص ذي مرنان متحول قادر على إصدار الكلام. يعتمد في إحدى اللحظات على هزّاز وفي اللحظة اللاحقة أو الأخرى على الاضطراب (صوت مضطرب). يعزّي تيار الهواء القادم من الرئتين النظام تمامه يمثل الشكل (4.13) مخططاً للعملية

مرنان (المجرى الصوتي) إشارة صوتية دورية مدبذت (الخيال الصوتية)



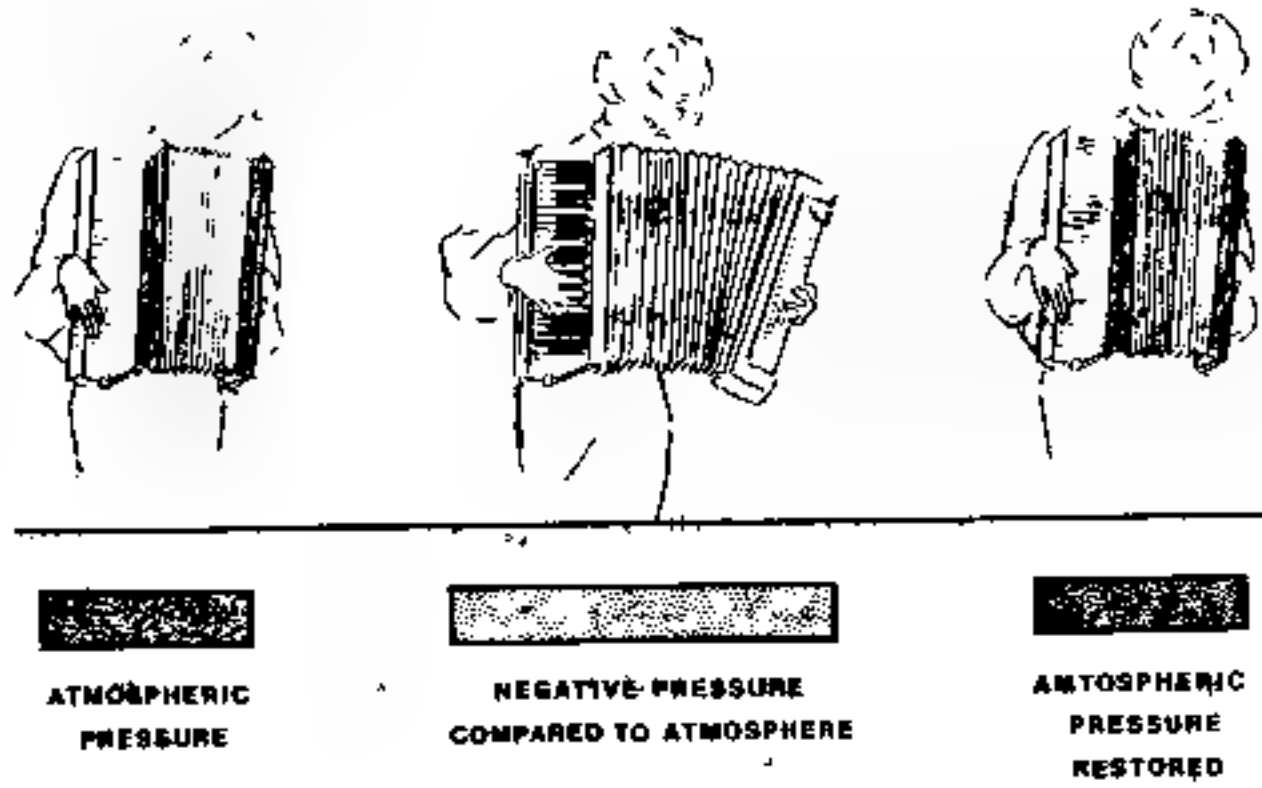
إشارة صوتية لادورية مولد صحيح (تضيّق أو إغلاق فمي)

الشكل 4.13 - مخطط بياني لعملية إصدار الكلام تحول القدرة الهوائية إلى إشارة سمعية دورية أو لادورية تحول هي نفسها في المجرى الصوتي

تنفس الضغط السلبي Negative Pressure Breathing

في التحضير لطرد كمية من الهواء من الرئتين لإصدار الأصوات الكلامية، لا بد من استنشاق كمية كافية منه في البداية. وفي الأحوال العادية يدخل الهواء إلى الرئتين بالطريقة نفسها التي يدخل فيها الهواء إلى «الأكورديون» أو المنفخ. اصعق أرنارد «الأكورديون» على قدر ما تستطيع، على مخرج أي صوت حتى توسع الفجوة أولاً من خلال تمديدتها. إن توسيع حجم الهواء داخل «الأكورديون» سيقلل ضغط الهواء داخل الفجوة مقارنة مع ضغط الهواء في المحيط الخارجي، ومن ثم فإن حبيبات الهواء التي شعلت داخل (محتوى) الأكورديون في حالته الهابطة تمتلك الآن مكاناً أوسع في حجم الأكورديون الموسع، وهكذا فإن ضغط الهواء سوف يهبط لعدة خطوات قانون بويل (هناك تناسب عكسي بين حجم الهواء وضغطه). لا تستمر هذه الحالة من الضغط المنخفض داخل الأكورديون مقارنة بالضغط الجوي الخارجي بسبب وجود مدخل لدخول الهواء المحيط في الأكورديون. إن الضغوط الهوائية غير المتعادلة ستعادل دائماً متى سحبت الفرصة، حيث تنتقل الجزيئات الهوائية من المناطق الأكثر كثافة إلى المناطق الأقل كثافة. وبما أن حجم الهواء داخل الأكورديون ذو ضغط منخفض مقارنة مع الهواء الخارجي، فإن الهواء المحيط سوف يدفع إلى داخل الأكورديون للمحافظة على التوازن في حجم التجويف الموسع داخل الأكورديون. وبهذه الطريقة يرتفع ضغط الهواء على نحو كاف داخل الأكورديون مما يمكن الموسيقى من عرف قطعة موسيقية قبل أن يحتاج إلى مزيد من الهواء. يعزف الموسيقى على الأكورديون من خلال ضغطه، ومن ثم يقلل حجم هوائه ويزيد ضغطه الداخلي.

وعلى نحو مشابه يُوسّع المنفاخ المستخدم في إشعال النار يدوياً. حيث سيحدث ضغط منخفض (بالمقارنة مع ضغط الهواء المحيط) سرعان ما يتعادل من خلال دخول الهواء الخارجي إلى داخل المنفاخ. وعندما يتساوى الضغطان داخل المنفاخ وخارجه، يقوم بضغط المنفاخ مما يسبب اختلال التوازن ودفع الهواء باتجاه النار (قانون بويل مرة أخرى). كلما قل الحجم ازداد الضغط. يوضح الشكل (4.14) العلاقة بين الضغط والحجم.



ضغط جوي خارجي

ضغط سلبي مقارنة
بالضغط الخارجي

أعيد الضغط الجوي ثانية

الشكل 4.14 العلاقة بين الضغط والحجم في الأكورديون. فعندما يوسع العازف الأكورديون يمتلئ الهواء بعد ذلك عبر مدخل صمامي كي يعادل الضغط

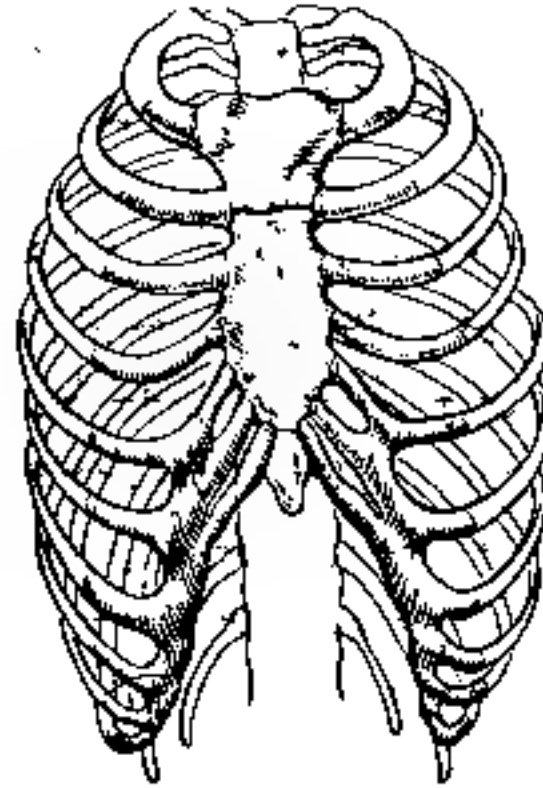
وتشبه هذه الأمثلة حول العلاقة القائمة بين الضغط والحجم في الهواء تنفس الإنسان فعلاً ما يتحیل الناس الرئتين بالوین يمتلئان بالهواء عندما يستنشق الهواء. وهذه ليست الطريقة التي يعمل بها التنفس الآلي على الرغم من استخدام الصفاة لهذا الأسلوب وكذلك التنفس الاصطناعي (فم إلى فم) لا تتوسع الرئتان والصدر بسبب الشهيق، ولا تنقلص بسبب الزفير، بل إن الحال على العكس من ذلك تماماً، حيث إذا توسع صدورنا والرئتين، ومن ثم تسبب دخول الهواء كي يتم تبادل الضغط السلبي أو الفراغ الحرثي الموحود في الرئتين. إما تغير الضغط (الهوائي) من خلال تغير حجم الهواء.

وهكذا تجلب الهواء إلى الرئتين بواسطة الحنجرة، والقصة الهوائية، والقصات القصية، حيث تنفرع الممرات الهوائية على نحو متزايد حتى تصل إلى الخيوب الهوائية

الصغيرة التي تؤلف معظم الرئتين وهناك يتم التبادل بين الأكسجين وأكسيد الكربون في الدم، وذلك تبادل ضروري لبقاء

آلية التنفس The Respiratory Mechanism

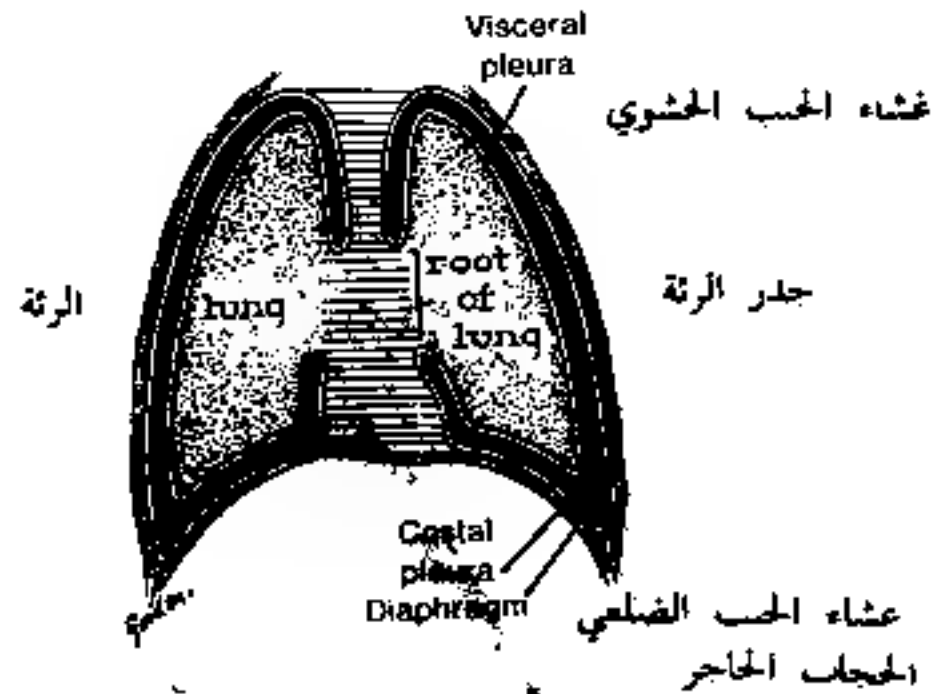
يشار إلى زيادة في أكسيد الكربون وحاجة إلى الأكسجين على نحو آلي في النخاع المستطيل، وهو مكان المنعكس المسؤول عن التنفس في الجدار العصبي ويقوم السحاج المستطيل نفسه بإرسال نبضات عصبية من الدماغ والحبل الشوكي إلى عضلات مختلفة من الصدر. يرتبط الصدر، كما هو موضح في الشكل (4.15)، بفقرات العمود الفقري من الخلف وعظم القص من الأمام وتكمل الأسطوانة - اثني عشر زوجاً من الأضلاع التي تشكل إطاراً عظيماً من الأمام ممتدة إلى فقرات العمود الفقري في الخلف وتتألف الأضلاع من مادة عظمية ماعدا الجزء المتصل بعظم القص يتشكل من مادة عسروية وتنقسم الأضلاع الدنيا المفصّل العضروفية مع عظم القص؛ ولا يتصل أدنى صلعي إلا بالعمود الفقري من الخلف



الشكل 4.15: القفس الصدري

يشكل الحجاب الحاجز، وهو عضلة ممتدة مقوسة، قاعدة هذه الفجوة الهرميلة الشكل (الصدر)، ويؤلف أيضاً سقف الفجوة البطنية وتستقر الرئتان على الحجاب

الحاجر. وبما أنها اسفنجيتان ومؤلفتان من خلايا هوائية مرة تنقصها العضلات، فإنها تستطيان تغيير شكلها وفقاً للوعاء الذي يحتويها. فعندما يهبط الحجاب الحاجز أو يصعد فإنها تنطلقان في الرحلة، وكذا الحال عندما يتوسع القفص الصدري أو يتقلص من خلال الرفع والضغط، حيث تتوسع الرئتان وتتقلصان بسبب وصلة مع الأضلاع يبطر القفص الصدري غشاء يسمى بغشاء «الجنب» ويغطي الرئتين غشاء آخر يسمى بالغشاء الرئوي. يتصل هذان الغشاءان أحدهما بالآخر، ويمكنهما، في الوقت نفسه، الإنزلاق أحدهما عبر الآخر من دون أن يحدثا أي احتكاك لوجود سائل لزج بينهما (وعلى نحو مشابه يمكن لسائل قانح بين صفيحتين رقيقتين رجائيتين أن يمكنهما من الإنزلاق أحدهما على الآخر، بينما يقوم سطح السائل المشدود بشد صفيحتي الزجاج إحداهما إلى الأخرى). يمكن الاتصال الغشائي بين الرئتين والأضلاع الرئيتين من الاتساع والانقباض وفقاً لتغير حجم القفص الصدري (أنظر الشكل 416) ويساعد الإتصال الغشائي على إبقاء الرئتين ممتدتين والأضلاع مصعوظة حتى من دون أية حركة



الشكل 4.16 مقطع بياني تاحي للقفص الصدري يظهر غشاء الحُب والغشاء الرئوي

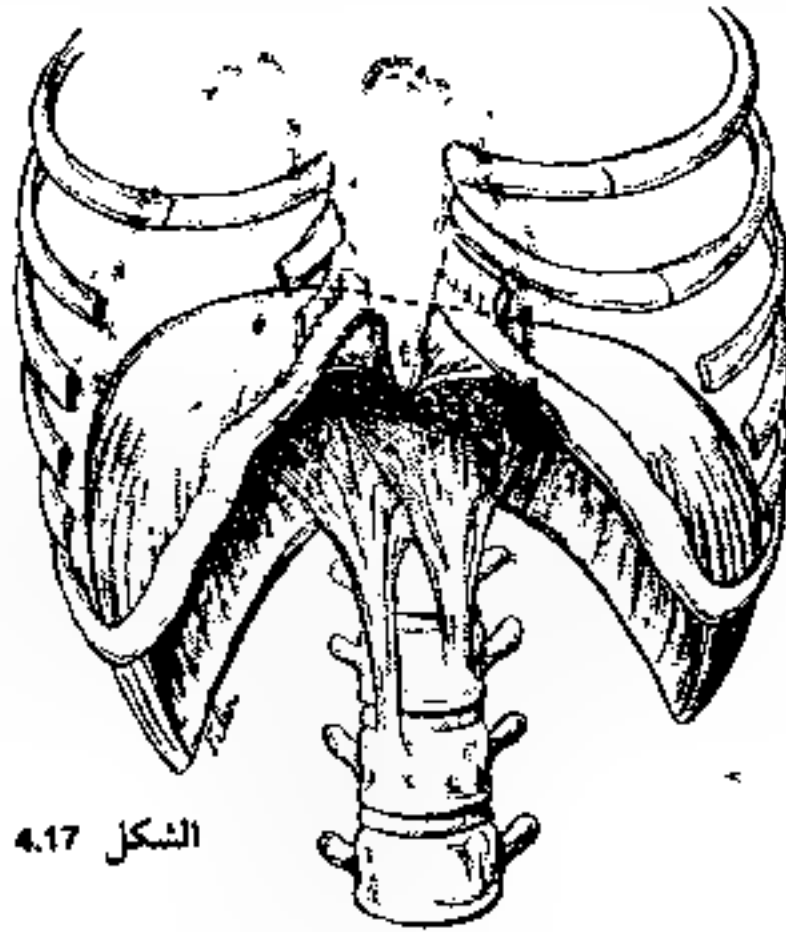
Inspiration

الشهيق

Quiet

الشهيق الهاديء

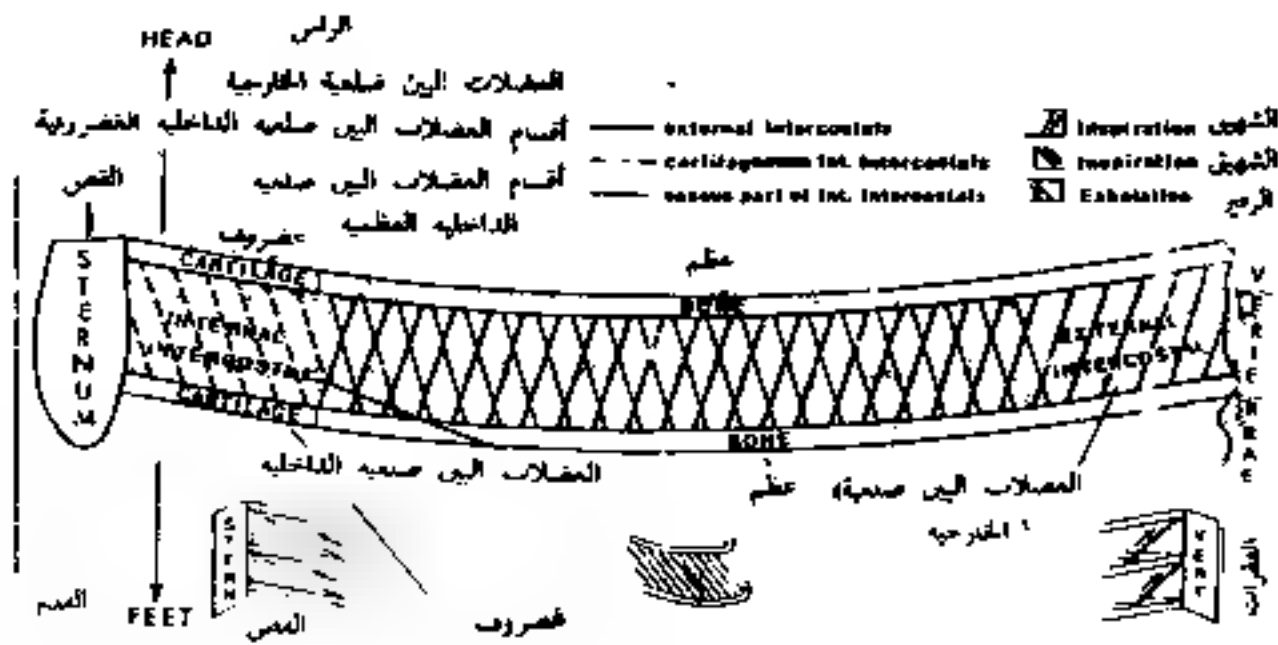
يرسل لحجاء المستطيل نصاب عصبية ذاتياً في الشهيق الهاديء عن طريق الحبل الشوكي إلى لعصلات المتخصصة بين عضلات القفص الصدري؛ حيث تحرر عنه أعصاب من الحبل الشوكي عن مستوى الرقبة (أعصاب عنق الرقبة) وتحدد مشكته عصبه عصبه تسمى بـ (العصب الحجابي) ويرود العصب الحجابي الحجاب الحاجر وصفيحة الحيوط العصلية التي تغزل ألقفص الصدري عن النحوييف العصبية بالأعصاب وعندما تكون الإثارة العصبية كافية لتقليص الحجاب الحاجر، تقصر الحيوط العصبية مساحة معها قسم الحجاب الوسطي نحو الأسفل والأطراف المتصلة بالأصلاع لسفلية ويسبب ذلك هبوط الحجاب الحاجر وانساعقه إلى حد ما. وبما أن الحجاب الحاجر يشكل أرض النحوييف الصدري، فإن حجم القفص الصدري سوف يكرر عمودياً عندما تسحب قاعه نحو الأسفل أنظر لشكل (417)



الشكل 4.17 الحجاب الحاجر
منظر داخلي

يمكن للمرأة أحياناً الإحساس بتواء البطن نحو الأعلى أثناء الشهيق بسبب ضغط الحجاب الحاجز السفلي على محتويات التجويف البطني.

وفي الوقت الذي يهبط فيه الحجاب الحاجز، تُرسل النبضات العصبية بواسطة الأعصاب الخارجة عن الحبل الشوكي على مستوى الصدر (عضلات ما بين الأصابع). وهناك اثنا عشر صلعاً في كل طرف من طرفي الصدر، حيث يسمح لأحد عشر روحاً الإتصال فيما بينها بواسطة العضلات بين الصلعية وأكثر من ذلك، هناك طبقتان من العضلات بين الصلعية. الأولى سطحية بالنسبة إلى الأخرى. تصل العضلات بين الصلعية الخارجية القسم العظمي من الأصابع، ولكنها لا تصل الأقسام الغضروفية القريبة من عظم القص وتكون هذه العضلات سطحية بالنسبة إلى العضلات بين الصلعية الداخلية التي تصل الأقسام الغضروفية وعظم القص ابتداءً من الأمام، ولكنها لا تصل الأصابع الملتصقة بالفقرات. أنظر الشكل (4.18)



الشكل 4.18 - تمثيل نمي لوظائف العضلات بين صليعية الداخلية والخارجية كما تقترح فريدريكا بيل برتي (Fredricka Bell - Bert) أنظر إلى النص لمزيد من الشرح

وتتعاكس العضلات اليين صلبة الداخلية الاتجاه مع العضلات اليين صلبة الخارجية بالنسبة لوجهة الخيوط العصبية . حيث سحدر الخيوط الخارجية على نحو مائل من الفقرات نحو الأسفل والخارج وهي ممتدة باتجاه عظم القص بينما تتجه الخيوط الداخلية على نحو مائل في الاتجاه المعاكس، حيث تبدأ من عظم القص إلى الأسفل والخارج وهي ممتدة باتجاه الفقرات . يمكنك رسم مخطط يباي للعضلات اليين صلبة الداخلية والخارجية على ورقة مناسبة الحجم كما هو موضح في الشكل (4 18) وتلقها بعد ذلك حول قمصك الصدري

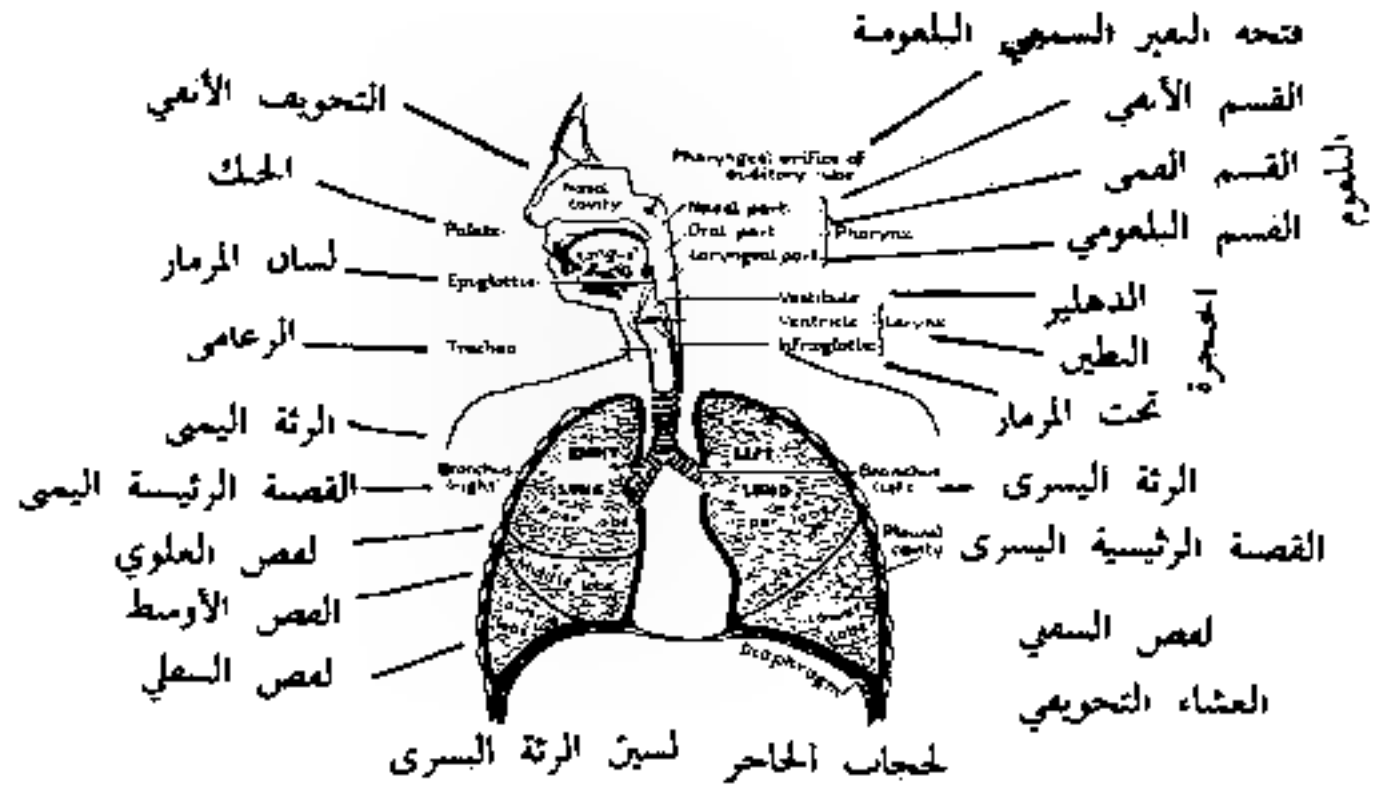
وأثناء الشهيق تنقص العضلات اليين صلبة الخارجية والقسم الواقع بين الأقسام العضروفية من الأصلاع من العضلات اليين صلبة كي ترفع الأصلاع . لاحظ من الرسم اليباي العصلي الذي لفته حول قمصك الصدري أن الفقرات تعمل نقطة ارتكاز بالنسبة إلى العضلات اليين صلبة الخارجية التي ترود، بآلية رافعة حيث يكون التأثير الأساسي، عندما تنقص العضلات وتقتصر، هو دفع الصلع الأسفل ويمكن تصور التأثير نفسه في الأمام، حيث يصل العضلات اليين صلبة الداخلية الأقسام العضروفية الداخلية للأصلاع، وتوجه الخيوط العصبية إلى الأسفل بعيداً عن عظم القص داعمة القسم العلوي من كل عصلة، موحدة، مرة أخرى، الرافعة الضرورية لرفع الصلع الأسفل ويساعد في هذا العمل حركة العصاريف اللولبية أيضاً . نجد أنه يتم رفع الأصلاع من خلال الجهود المكثفة للعضلات اليين صلبة الداخلية وأقسامها العضروفية، وبمساعدة حركة دورانية صغيرة من العصاريف . ويتج عن هذه الأعمال اتساع التجويف الصدري من الداخل نحو الخارج وفي البعد الخلفي أيضاً . انظر الشكل (4 19)



الشكل 4.19 حركة الأصلاع في الشهيق، سب الشهيق رفع الأصلاع مما يؤدي إلى زيادة بعد الصدر العرضي، وسب رفع مقدمة الصلع من ثم يريد البعد من الأمام نحو الخلف

وعندما يزداد الحجم داخل الصدر بزيادة ماطر في حجم الرئتين محققه الاتصال الحسي ، يتناقص ضغط الهواء داخل الرئتين مقارنةً مع ضغط الهواء المحيط في الخارج وانتفاء المحافظة على تعادل الضغط ، يتحرك الهواء من الخارج إلى المنطقة الأقل كثافة أو ضغطاً أي : الرئتين

إن وظيفة الممرات الهوائية العليا أن تكون بمثابة مجرى للهواء أنظر الشكل (4.20) . يدخل الهواء عادةً التجاويف الأنفية ، حيث يربط ويصفي ويمرّ كما وصفنا قبل بالحجيرة إلى الرغامى ومعدّها إلى أنابيب أكثر تشعّاً (الفصصات القصية) حتى يصل في نهاية المطاف إلى التقسيمات والتفرعات الكثيفة والعزيرة ، منبهاً رحلته بأكياس الرئتين المحروية وتنفس الدم ممكناً أيضاً لكنه يسبب تخفيف اللعوم



شكل 4.20 ممرات الجهاز التنفسي الهوائية

For speech

أثناء الكلام

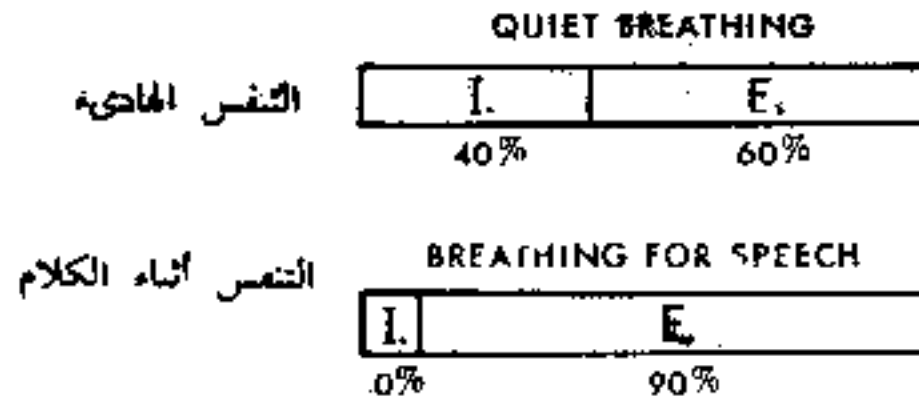
يختلف شهيق أثناء الكلام عن الشهيق العادي في ثلاثه وجوه فهو معروف لتكميم أنه يحتاج إلى قوة أكبر من أجل إصدار صوت مرتفع أو قص طويل فإن الشهيق، في تلك الحال، يجب أن يكون أكبر في حجمه يمكن زيادة اتساع الحجاب الحاجز والعصلات لين لصعيقه الداخليه بواسطة العديد من العضلات التي تتحكم برفع القص والأصلاع. العضلة العصبية الرقوية الخشائية، والعضلة الأجمعية، والعضلة التي تحت الترقوه، والعضلة الصدرية العظيمة، وعصلات صغيرة في المقدمة مثل. العضلة المشارية لأمامية في الأطراف، وعصلات رفع الأصلاع، والعضلة المشارية الخلفية العلوية، والعضلة الظهرية في المؤخرة أنظر الشكل (421)



الشكل 4.21 منظر جانبي للصدر بعض العضلات المستخدمة في رفع الأصلاع في التنفس العميق

والوجه الثاني للاختلاف يكمن في وسره «الأبومانيكية»، حيث يقوم بالشهيق والرفير ليلاً هاراً، واعي، أو غير واعي، وبعينه تحت سيطرة معكسيه وتعتمد درجة

تغير الحجم وعمقه على الحاجة. لكنه يمكننا، على أية حال، ممارسة سيطرة إرادية أكبر على تنفسنا عندما نقرأ قصيدة أو نغني أغنية، فغالباً ما نكون واعين لصنع تعبيرات أكبر في حجم الشهيق كي نحصل على ضغط هوائي كافٍ يمكننا من إتمام فترة طويلة دون انقطاع. وثالثاً: أن الزفير أثناء الكلام أسرع ولا يستهلك كامل الدورة التنفسية كما هو الحال في التنفس الهادئ، جاول توقيت تنفسك أثناء الراحة، وأثناء قراءة مقطع ما ربما لا تجد فروقاً هامة في أعداد التنفس في دقيقة واحدة وهي تتراوح بين 12 و 20. لكن النسبة بين الشهيق والزفير مستختلفة على نحو ملحوظ. تكون النسبة في التنفس الهادئ 40% للشهيق و 60% للزفير، بينما تكون النسبة في الكلام حوالي 10% للشهيق و 90% للزفير. أنظر الشكل (4.22) على الرغم من اختلاف النسبة بعض الشيء وفقاً للوسط



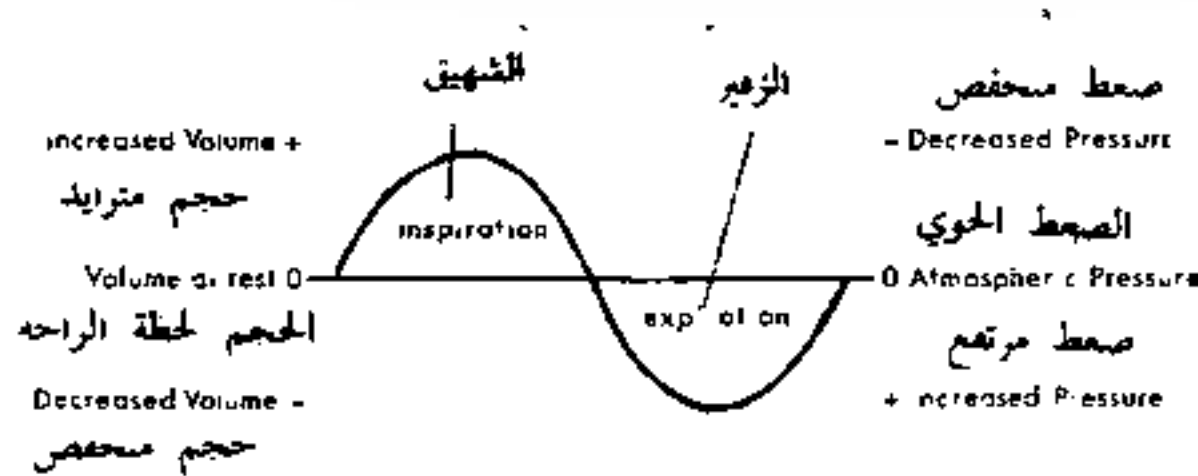
الشكل 4.22 مقارنة بين نسب الشهيق (I) والزفير (E) في الدورة التنفسية أثناء الكلام والتنفس الهادئ

Expiration

الزفير

عندما يكون الممرار (الفتحة بين الحبال الصوتية) مفتوحاً في حالة الشهيق، يدخل الهواء من الخارج إلى الرئتين، وعندما يكتمل الجهد العضلي أثناء الشهيق (يعتمد ذلك على الضغط الضروري لتنفيذ المهمة المحططة لها) تكون هناك لحظة من التساوي بين ضغط الرئتين والضغط الخارجي. أما في حالة حجم صدري عالٍ نسبياً، فلما نحتاج إلى قوة شهيق كبيرة للمحافظة على ذلك الحجم، وإن حاول المرء إرخاء العضلات

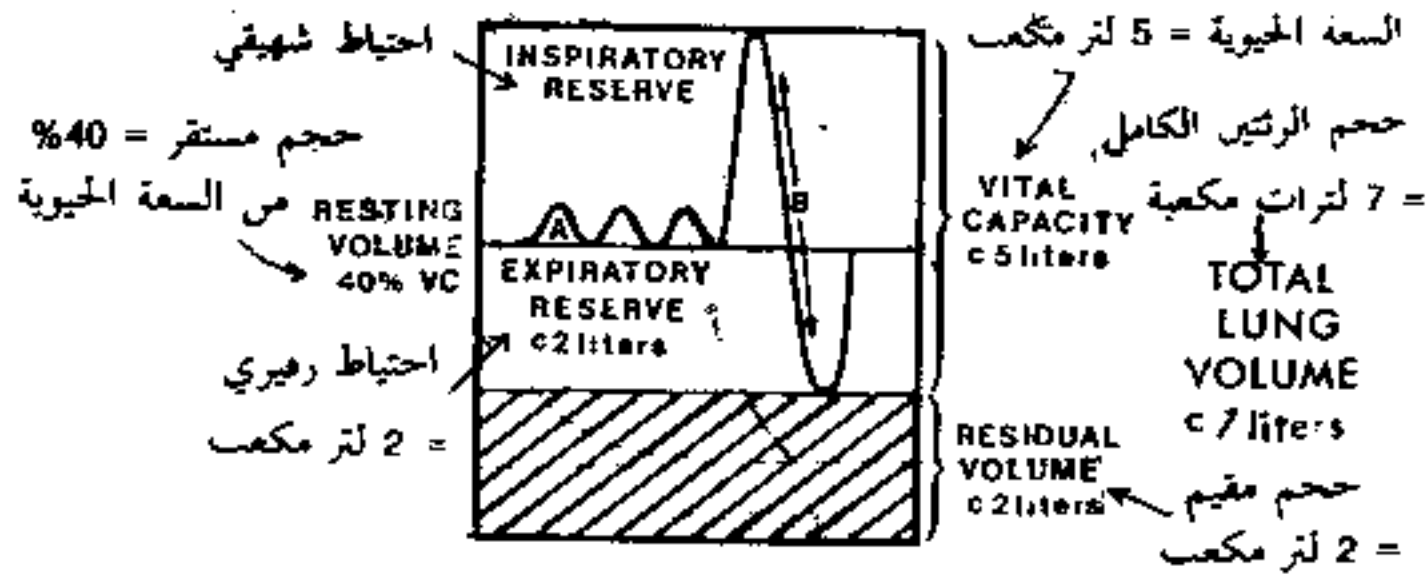
الشهيقية، فإن الهواء سيندفع على نحو مفاجئ نحو الخارج بسبب تراجع عضلات القفص الصدري. حاول ذلك بنفسك، استنشق بعمق من خلال توسيع قفصك الصدري وحجم الرئتين ثم، وأنت تحافظ على حجم الهواء ثابتاً، إحبس نفسك، وافتح المزمار. إن كان المزمار مفتوحاً، وجب أن يكون ضغط الهواء اعتدالاً وأسهله متساوياً وإن أنت حاولت إرخاء العضلات الشهيقية (المتخصصة بعملية الشهيق) فإن الهواء سيندفع إلى الخارج على نحو مفاجئ بسبب ثلاثة عوامل سلبية: الارتداد المر للربتين والقفص الصدري (حيث تعود أسطح الرئتين المتحددة إلى وضعها الطبيعي)، وعزم الدووان المتمثل في قوة عدم قتل الخصاريق الملاحقة لعظم القص، والحادية التي يمكنها أن تساعد في هبوط القفص الصدري. تسبب هذه العوامل الثلاثة السلبية تقليل حجم الرئتين والقفص الصدري ووفقاً لقانون بويل، فإن نقصان الحجم يريد في الضغط الداخلي مما يسبب اندفاع الهواء إلى الخارج يوضح الشكل (4.23) ناظر تعيرات الشهيق والزفير بين الحجم والضغط فلكي نحصل على زيادة في الضغط الزفيري لا بد من تقليل الحجم الصدري



الشكل 4.23 - تعيرات حجم الرئتين والضغط خلال الشهيق والزفير

يكون استبدال حجم الهواء قليلاً في الزفير الهاديء (حوالي 1/2 لتر تقريباً)، ويرداد استبداله في التنفس العميق المرافق للتمارين الرياضية العنيفة يسمى حجم الهواء المستبدل في الشهيق والزفير الهاديء - «الحجم المتي». يتنفس الناس بمعدل 12 - 20 مرة في الدقيقة في التنفس الهاديء، وتكون فترة الشهيق أقصر بقليل من فترة الزفير وإن

شهيق المرء أعمق شهيق وأصغر أقصى زفير أيضاً، فإن حجم الهواء في هذه الحالة يسمى بـ «السعة الحيوية» وتتصل مقدرة الإنسان الحيوية بجسده (ذكراً أم أنثى)، وحجمه وعاداته التنفسية وتبلغ المقدرة الحيوية الوسطية عند الإنسان حوالي خمسة لترات، ولكن متسلسلي الجبال الصخام الجثث يمتلكون مقدرات حيوية أكبر حتماً من العديد من الناس الآخرين. أما نصف اللتر الذي يستبدل أثناء التنفس الهادئ فإنه لا يبلغ سوى 10% من الاستبدال الذي يمكن للمرء فعله، وبما أن ثمة تترين إضافيين من الهواء المستقر الذي لا يمكن للمرء طرده، فلا يساوي الحجم المتني البالغ $\frac{1}{2}$ اللتر عندئذ، سوى 7% من الحجم الكامل للترتين. يزودنا الشكل (4.24) ببعض المصطلحات المتفق عليها، وكذا بأحجام الرئتين.



الشكل 4.24 تمثل (A) الشهيق والزفير أثناء التنفس الهادئ، والمتني بيما تمثل (B) الشهيق والزفير الأعظميين. استعملت المصطلحات القياسية المستخدمة في الأقسام المختلفة في الحجم الكامل للرئتين.

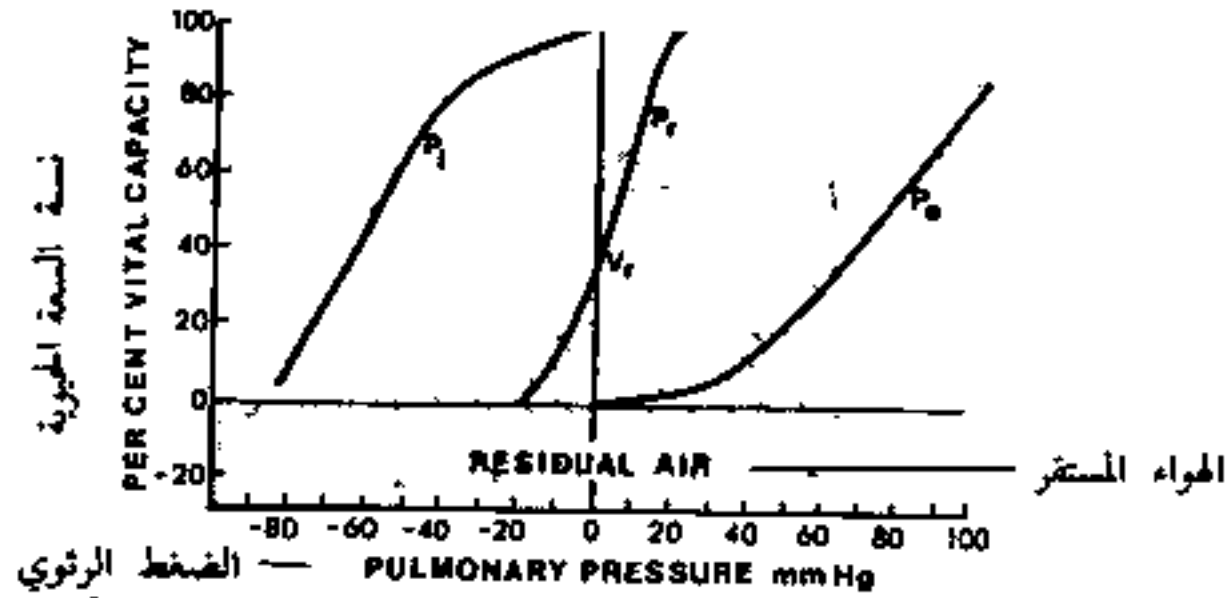
For Sustained Volcing

في الصوت الدائم

إن القوى الرفورية السلبية الثلاث: المروية، وعزم الدوران والحادية، غير كافية وحدها لأداء نغمات موسيقية أو التكلم ويختلف الزفير أثناء الصوت عنه أثناء التنفس الهادئ، ويختلف الزفير أثناء الكلام عنه في الحالتين السابقتين (صوت، وتنفس هادئ).

وابتغاء المحافظة على ضغط ثابت لغناء نعمة موسيقية مغناة شدة ثابته، تتخذ قوى الرئتين والقفص الصدري الارتدادية بوصفها قوة أساسية حلقية يضاف إليها انقباضات عضلية نشطة أولها عضلات شهيقية وتليها عضلات زفيرية، فإذا سمح المعنى بتصرف القوى الزفيرية من دون مساعدة، فإن الرئتين مستهزأتان على نحو مفاجيء ولن يمكن المحافظة على النعمة الموسيقية. إن هدف القوى الشهيقية النشطة (انقباضات عضلية) هو تخفيف وتيرة خروج الهواء وتطوع (تخضع) القوى العضلية الزفيرية. فيما بعد، لحجم صدري متناقص يقل عن الحدود التي يصعبها الارتداد المرن.

وأول من قدم رسماً بيانياً - للعلاقة بين الحجم والضغط في الصدر الإنساني - يظهر فيه عمل النظام التنفسي الشبيه بعمل الباص هو راهان وآخرون (Rahan et al) عام 1946. فلقد أظهر كيف تتغير الضغوط بتغيرات أحجام الرئتين. انظر الشكل (4.25).



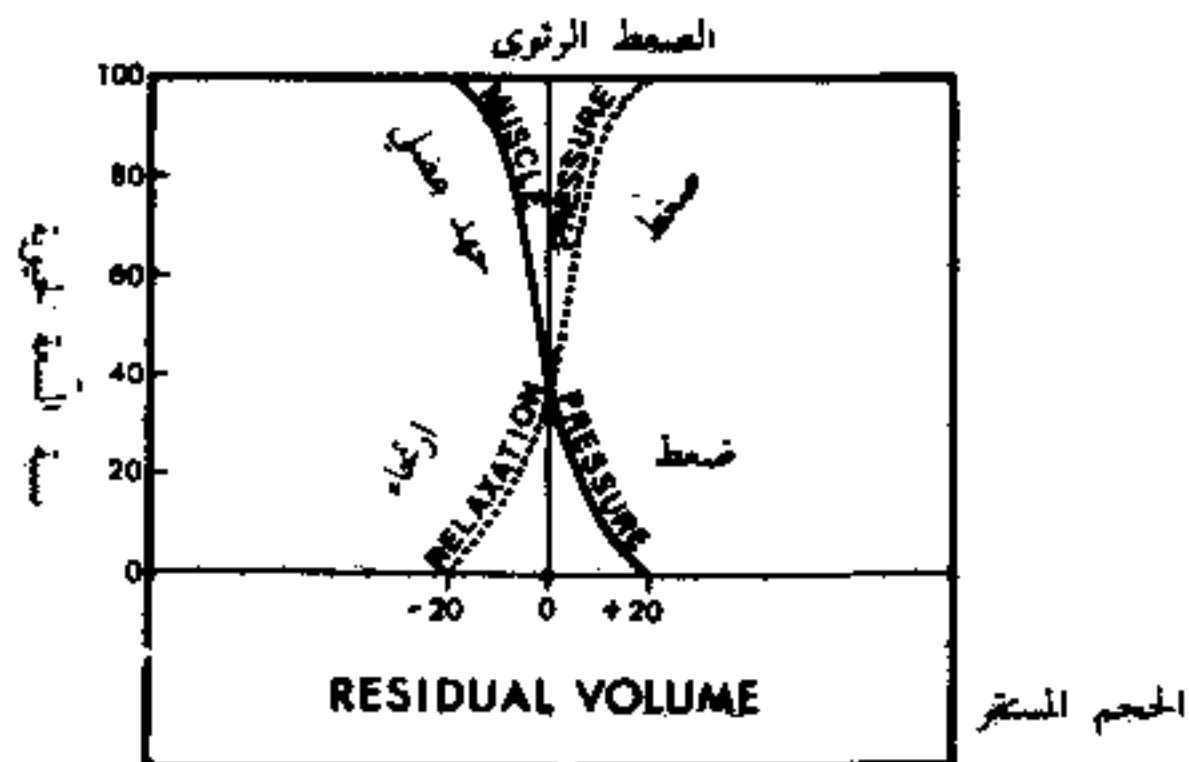
الشكل 4.25 مخطط حجم الضغط تشير P_i إلى منحنى الشهيق الأعظمي، وتشير P_r إلى منحنى الإرتقاء، وتشير P_o إلى منحنى الضغط الزفيري الأعظمي. بينما تمثل V_r حجم (هواء) المستقر (في الرئتين) (راجع النص لمزيد من الشرح)

عيّنت الأحجام الرئوية على المحور العمودي مقدرة نسبة من الفعالية أو المقدرة الحيوية. بينما عيّن قوس الضغط المرتفع (P_r) من خلال سؤال أشخاص أن ينضغطوا مع حجم رئوي معين ويقوموا بعد ذلك بفتح الزمار والإرتقاء. يقوم الناس بالزفير عندما

يكون الضغط الرئوي مرتفعاً خطه إرخاء العضلات، بينما يقومون بالشهيق عندما يكون الضغط الرئوي منخفضاً لحظة إرخاء العضلات ولقد قيس الضغط الرئوي (الموجود على المحور الأفقي) يُسجل في كل حجم رئوي نفسه وفي حالة الأحجام الرئوية العليا، سجل ضغط إيجابي لحظة الإرتجاع بينما سجل ضغط سلبى في وجود الأحجام الرئوية المنخفضة لحظة الإرتجاع يمثل المحي على شكل S ناتجاً مشيراً إلى متوسط الضغوط التي أنتجتها قوى الشهيق والرفير للسليبه (غير العضلية)

تنفس هدهد يصل المرء في نهاية الزفير إلى حالة من الإرتجاع يكون فيها التوتر بين القفص الصدري (الذي يحاول الاتساع) والرئتين اللتين يحاولان الانكماش (منواراً يحدث هذا بحوالي 40% من السعة الحيوية ويمثل ذلك الحجم الإرتجاعي، وكما نعرف من تجاربنا، فإنه توجد قوة في الأحجام العالية لحلقها أساساً مرونة الرئتين في حالة الرفير على نحو معاكس تماماً، نجد، في حالة الأحجام المنخفضة أن فاعلية ضغط الرئتين الإرتجاعي وقوى القفص الصدري الارتدادية شبيهة فلو أنك، مثلاً، طردت كل الهواء الذي يمكنك طرده من الرئتين وفتح الممرار، فإنك ستوجد قوة كبيرة تساعد على الرفير حاول ذلك وسترى يمثل مسحن هبوط الضغط هذا، بدأ، قوة أساسية ناتجة عن مرونة الرئتين والقفص الصدري بما في ذلك قوة الارتداد والمخاضية التي يمكننا استخدامها في التنفس، كي تساعد عضلاتنا على تغيير حجم الهواء يمثل مسحن الضغط الشهيق الأعظمي الموجود إلى يسار مسحن الإرتجاع مجموع قوى الإرتجاع (أو الضغط الارتدادى) وضغط العضل الشهيقى في أحجام رئوية مختلفة وفي حال الضغط الرئوي المرتفع، لا يمكن للعضلات أن تصيف لقوى الارتداد سوى شيء بسيط أما في حال لضغط المنخفض فتكون القوى التي يحدثها العضلات الشهيقية أكثر وتضاف إلى القوى السلبية. وكذلك يمثل مسحن الضغط الأعظمي الواقع إلى يمين مسحن الإرتجاع مجموع إمكابة وجود قوة عضلية دافعية كبيرة بوصفها في الأحجام الرئوية العالية.

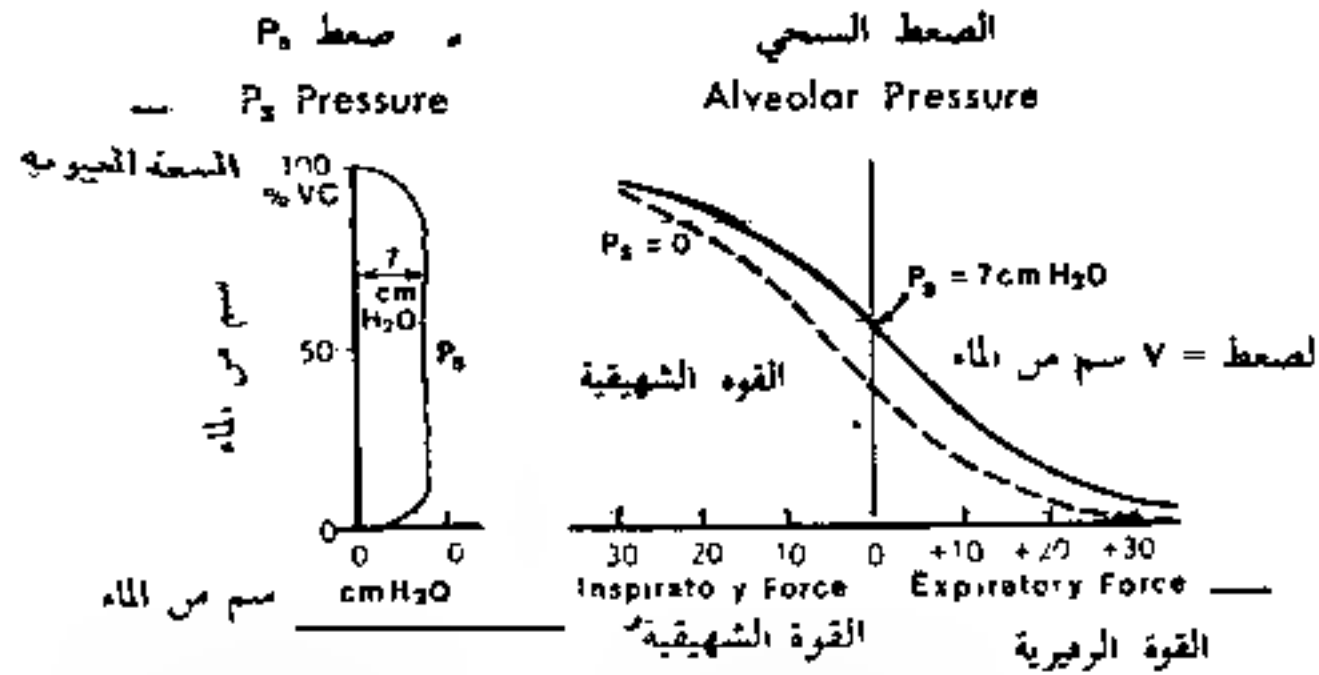
يظهر الشكل (4.26) صورةً لمسحن الضغط الإرتجاعي موضحاً القوى العضلية الشطة (إما شهيقية في اليسار أو دافعية في اليمين) التي يجب إنتاجها كي تتساوى القوى السلبية في أحجام صدرية معينة أو محددة



الشكل 4.26. الضغوط العضلية للالرئة في أحجام رئوية مختلفة لموارد ضغط القوى السلبية الارتخائي.

تتغير علائق - الضغط والحجم - بعض الشيء عندما يكون المرء مستلقياً لأن محتويات التجويف البطني ستضغط، في هذه الحال، على الحجاب الحاجز وتزيد الضغط الرئوي.

يصور ميد، وباهيور وبركتور (Mead, Bouhuys and Proctor) التحويرات التي تصيب قوة الارتداد الأسلمية عندما يحول المطربون المحافظة على نغمة منخفضة، ولكن شدة ثابتة يصيب المعى، في إبقائه أو محاضته على ضغط يبلغ 7 مستمرات من الماء تحت الزئبق (يقاس ضغط الهواء تقليدياً بالمسافة التي يقطعها عمود من الماء أو الرئيق) في نصف الساعة الأولى قوة عضلية نشطة للموصلات الشهيقية كي يصطد القوة الارتدادية. وبعد ذلك يبدأ في تقليص العضلات الزفيرية بقوة متزايدة. أنظر الشكل (4.27)



الشكل 4.27: القوى اللازمة للحفاظ على ضغط تحت حجابي ثابت في عاء نعمة ثابتة في أحجام رئوية مختلفة. يشير الخط المنقطع إلى الارتخاء أو المسحى المرن في حالة ممرار مصوح. يبين الخط الصلب (غير المنقطع) إلى القوى العصبية اللازمة للحفاظ على ضغط تحت حجابي يبلغ سعة سمرات من الماء. يقوم المطرب في نصف النعمة الأولى بمواصلة تنشيط العضلات بين الصلعية الخارجية والقسم الفصروي الداخلي من العضلات بين الصلعية الداخلية وإثارتها، ويقلل الانقاصات تدريجياً على نحو يحدث ناقصاً في الحجم الرئوي وحجم القفص الصدري بسلامة. إن وظيفة هذه العضلات هي «المرملة» أو كبح قوى الارتداد. وبذلك تستخدم العضلات الشهيقية أثناء الرفر. وعندما يقرب الضغط الرئوي من الحالة التي يكون فيها ضغط الخرج الطبيعي 7 سممرات مائية نهية، العضلات الزفيرية نفسها لزيادة نشاطها كي تحافظ على ذلك الضغط مع ناقص الضغط الرئوي بصوع (ميد) هذه النقطة على النحو الآتي يجب تعبير النشاط لعضلي باستمرار حتى نحافظ على ضغط دون مرماري ثابت في أحجام رئوية مختلفة.

For Speech

أثناء الكلام

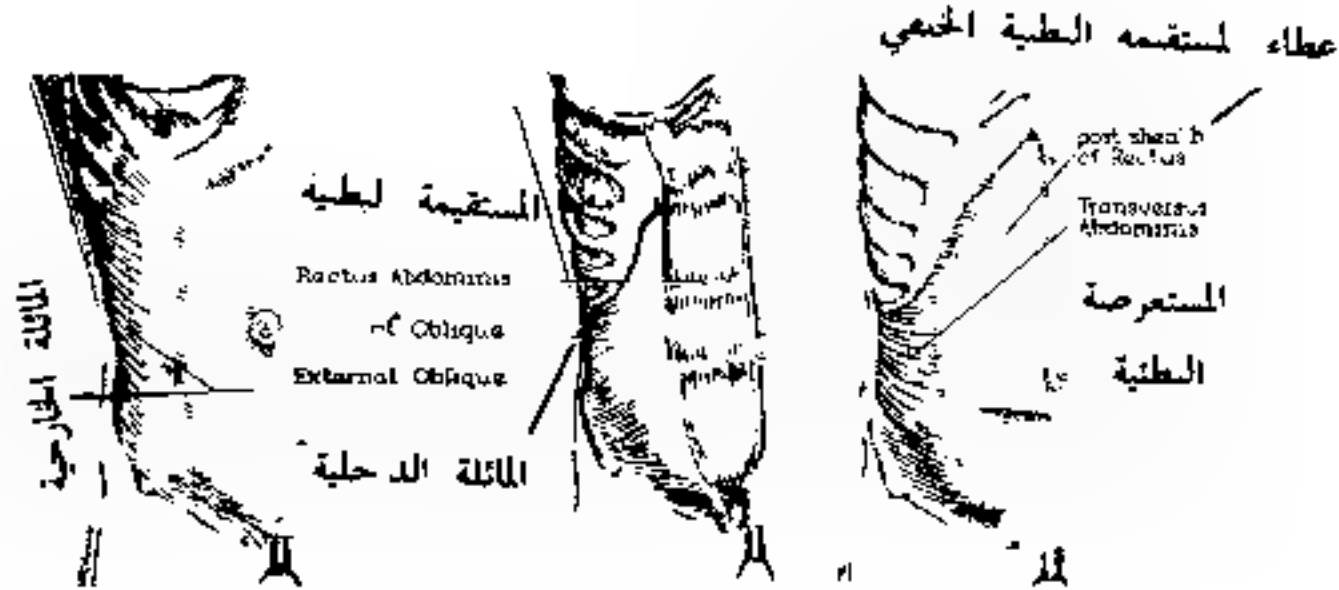
إن عمل العضلات الشهيقية المستمر المراقب معدّل الرفر، الذي شاهدناه في المحافظة على عتله نعمة معينة، موجود أثناء الرفر الكلامي بوصوح. يلخص الجدول (4.2) عملية التنفس من خلال توصيح الأحداث ابتداءً من لصات العصبية إلى النتائج في ضغط الهواء وحركته.

حركة الهواء	تغيرات ضغط	الحركات	مضغلات	الأعصاب الثانوية	الدماغ
يستنشق الهواء عبر مجرى تنفسي	هواء ضغط الهواء دخول الرئتين سلبي بالمقارنة مع الضغط الجوي	انخفاض ضغط زيادة عازمة في الصدر	التهنئة	الأعصاب الشوكية	السجج لمسطل والمرئزك بذهبية العليا
		زيادة عازمة في الصدر زيادة داخلية حلقية في جيب الصدر ضغط القفص الصدري بمجرى، وتزوية واحدية ومن الإرداد	المضغلات بين الصعفة الأقسام العصبونية الدخلية لمضغلات بين الصعفة الدخلية	المضغلات بين الصعفة الأقسام العصبونية الدخلية لمضغلات بين الصعفة الدخلية	
		سحب الأضلاع	الرغوية المضغلات بين الصعفة الدخلية	الصدرية T ₁ T ₁₀	
		ضغط محتويات البطن عمل مضغلات خارج وترفئة عمل حجم القفص الصدري	المضغلات العظمية	الصدرية T ₁ T ₁₀	
يستنشق الهواء عبر مجرى تنفسي القفص	هواء ضغط الهواء دخول الرئتين سلبي بالمقارنة مع الضغط الجوي	انخفاض ضغط زيادة عازمة في الصدر	التهنئة	الأعصاب الشوكية	السجج لمسطل والمرئزك بذهبية العليا

الجدول 4.2 مخطط يوضح لأحداث أثناء سفس

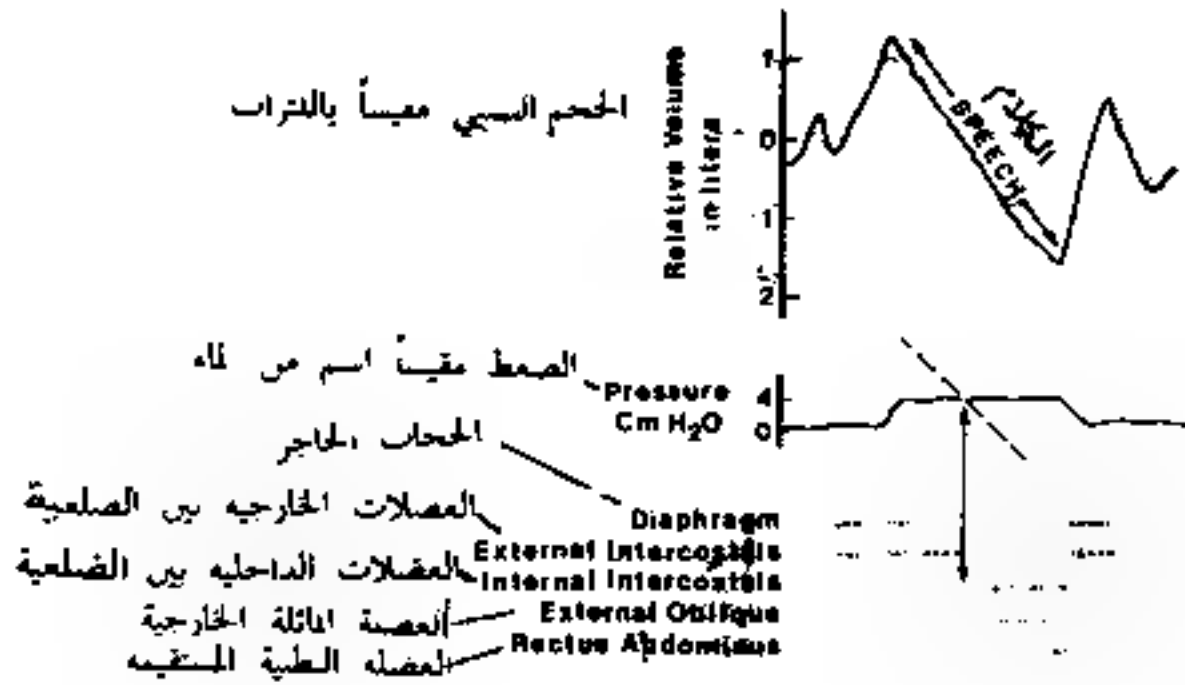
يمثل هذا المحفظ الأحداث الأساسية (الصادرة) في التنفس هناك المعلومات الحسية (الواردة) التي تُرسل للجهاز العصبي المركزي وهناك أنظمة تغذية إرجاعية ذاتية تشير إلى الحاجة إلى الأكسجين من التخاع المستطيل وهناك أيضاً ألياف عصبية متخصصة في العضلات التنفسية تستجيب لامتداد العضلات تقوم هذه العوامل مجتمعة مع الإحساس بتمرير الهواء داخل المجرى التنفسي بمساعدة التنفس للسيطرة على التنفس إرادياً أو لا إرادياً

تعصب أعصاب الحبل الشوكي العضلات الرهيرية، وتعصب الأعصاب الصدرية ($T_{11} - T_1$) العضلات بين الصلعية الداخلية، والأقسام الداخلية العظمية التي يقلص بعضها لتقصير المسافة بين الأضلاع من خلال الضغط عليها، من ثم يتم تقليل الحجم الصدري وتكون العضلات البطية نشطة في الرقير المطول، لأن انقباضها يضغط على محتويات البطن مما يحمل الحجاب الحاجز على الصعود إلى الأعلى أما العضلات البطية الرئيسة المستخدمة في الزفير فهي: العضلة المستقيمة البطية، والعضلات الداخلية والخارجية المائلة، والعضلة المستعرضة البطية أنظر الشكل (4.28)



الشكل 4.28 منظر أمامي للعضلات البطنية المستخدمة في الرقير

سجل درابر (Draper) ولادا فوجد (Lada Foged) و وايتريدج (Whitteridge) النشاط العضلي للمعضلات الشهيقية (بين الضلعية الداخلية، والمعضلات البطنية) أثناء تكلم من خضع للتجربة. يوضح الشكل (4.29) الضغط الهوائي والنشاط العضلي وقد قيسا عندما كان الشخص الذي أخضع للتجربة بعد 1 إلى 32 بجهازاً المحدثة العادية.



الشكل 4.29 - الحجم الرئوي السمي، والضغط الهوائي التقديري والنشاط العضلي أثناء الكلام. يتغير النشاط العضلي من الشهيق إلى الزفير عندما يقل الحجم الرئوي للحماط على ضغط تحتجوي. أشير إلى العضلات الشطة في أسفل الشكل.

مشرح تقنية تخطيط العسل الكهربائي في الفصل السادس. لاحظ أن الضغط يسط تدريجياً. تستمر العضلات الشهيقية في الانقاص مخفصة نشاطها تدريجياً وتدفع العضلات الشهيقية، تساعد قوة ضغط الارتحاء أو مرونة النظام التنفسي، تدريجياً نحو تقليل أكثر في الضغط الرئوي مطولة بذلك أمد الزفير.

يختلف الزفير أثناء الكلام عن الزفير في عواء النعمة المطولة بسبب إصافه العديد من العوامل. وتعتبر الشدة الصوتية باستمرار أثناء الكلام سبب تأكيد بعض الحمل، والعبارات، والكلمات والمقاطع ومن أجل زيادة شدة الصوت الكلامي يجب على المتكلم زيادة الضغط التحتجري فلعى سبيل المثال يمكن للمرء أن يلفظ حلال زفير واحد الآتي، ويبرر الكلمات أو المقاطع التي وضع تحتها خط

«The quality of mercy is not strained but droppeth as the gentle rain from heaven upon the place beneath» كان ستستون (steston) أول عالم صوتي يؤكد إسهام العضلات التنفسية في الكلام. فقد اعتقد، رغم أن عضلات الصدر والظهر الكبيرة هي التي تسهم في عملية الشهيق، أن العضلات بين الصلعية الأصغر (العضلات بين الصلعية الداخلية) هي التي تصدر الأصوات الصغيرة التي توضع فوق التيار الهوائي لقد ربط ستستون بين التشنجات والمقاطع، لكننا إن حوّرنا ذلك المفهوم وربطنا انقباضات العضلات بين الصلعية الداخلية الإضافية بالثرة سنحد، عندئذ، موافقة عامة له. بينما تتضمن العضلات البطنية، من أجل الحصول على قوة زفيرية إصافية أكر في الألفاظ الشديدة السر والألفاظ الطويلة

تصدر المقاطع المسورة بسبب زيادة محتملة في عوامل ثلاثة الفترة، والتردد، والشدة. يسيطر على الشدة الصوتية الضغط التحتجري ويتزايد بوصفه دالة بين قوتي ضغط الهواء التحتجري الثالثة والرابعة.

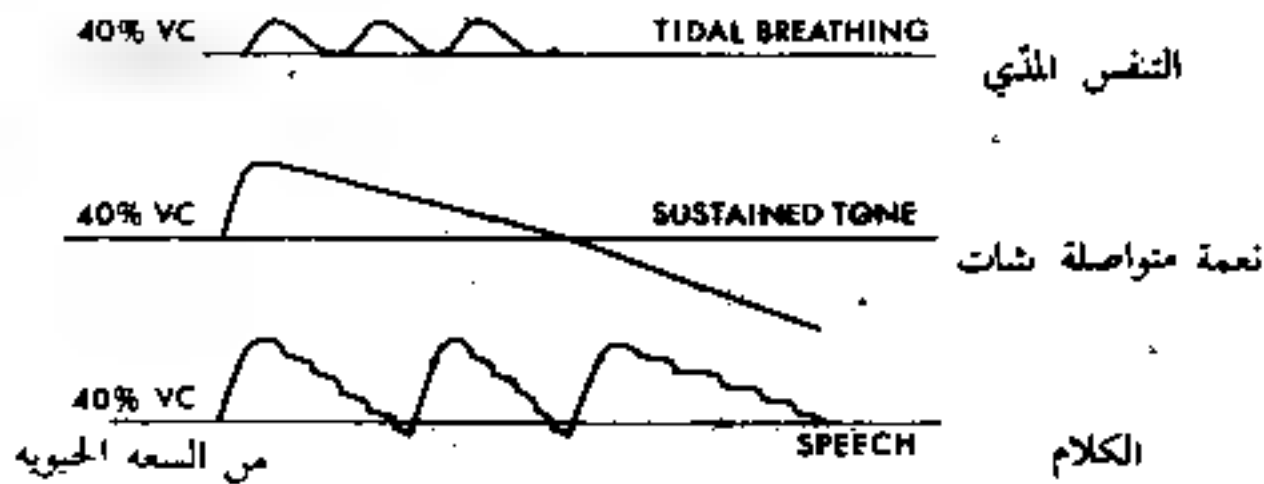
$$T = P_a^3 \text{ or } P_a^4$$

يؤدي اختلاف صغير في الضغط إلى اختلاف كبير في الشدة فهو تصاعف الضغط التحتجري مرة واحدة فليسوف تتضاعف الشدة الصوتية بين 8 و 16 مرة (2^{2.8} = 16) ويساوي ذلك ريدده في الشدة الصوتية قدره من 9 إلى 12 ديسبل. وقد أظهر لادا فوجد أن زيادة الضغط التحتجري لا ترتبط غالباً بصوامت معينة في اللغة الإنجليزية، بل يستمر النظام التنفسي أثناء الكلام بالتزود بضغط ثابت تقريباً في أي لفظ من الألفاظ إن المتح والإعلاق عند فتحة المزمار وفي المجرى الصوتي فوقهما اللذان يغيران تدفق الهواء والضغط الهوائي عندما نقيسهما في العم في الأصوات الكلامية المختلفة، والمبدأ نفسه هو المسؤول عن درجات الصوت المختلفة. وقد برهن بيتسل

(Netzell) على وجود ضغط تحتجري غير متبدل في الصوتين المتشابهين /d/ (مرافق بدنية في الحبال الصوتية) و /v/ (غير مرافق بدنية في الحبال الصوتية) بينما يحدث التمييز بينهما عند الحجرة وفي المناطق فوق الحجرتية وليس في كمية الضغط المؤثرة أو الموجودة تحت الحجرة. ففي الكلام السريع (العادي) تتناوب المقاطع المسورة مع غير المسورة، وتصدر الشدة الصوتية الإضافية التي تشكل سمة من سمات المسورة من خلال زيادة ضغط الهواء تحت الخنجري عن طريق الجهاز التنفسي

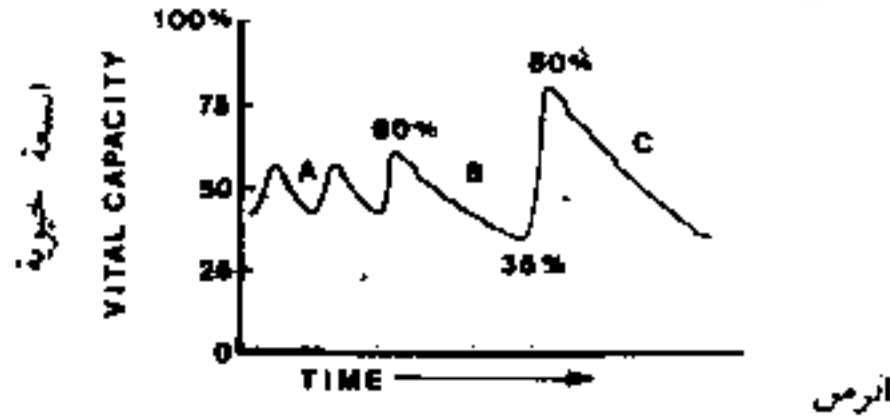
واختلاف آخر بين الرفير الكلامي والزفير في عواء بغمة معينة أو الرفير التنفسي الهاديء هو أن تجمعات العبارة هي التي تقرر فترة الرفير يمكن للمتكلم في قول
 I'm nobody. who are you? Are you nobody too-

أن يستخدم فترة رهيوية واحدة أو ربما فترتين يقرر النص، حرثياً، الوقوف من أجل التنفس لكن أيميلي ديكسون (Emily Dickinson) لا تريد منا حتماً أن نمزق عبارتها وبأخذ نفساً بعد «Who» تعتمد التغيرات والتحويلات في الفترة الرهيوية على ما يقال، الشكل (4.30). ويتبع عادة في فترات طويلة نسبياً في القسم الرهيوي من الدورة التنفسية. فلو رغب المتكلم بإهاء عبارة طويلة من دون توقف، فعلاً ما يستمر في تقليص العضلات الرهيوية مستخدماً بعضاً من احتياطة الرفيري حتى على حساب راحته



الشكل 4.30 الحجم الرئوي بوصفه دالة زمنية في عدة حالات تنفسية مختلفة

وخلال أحرر بين التنفس هادئ والتنفس من أجل الكلام هو حجم الهواء المصروف
 إذ إن استخدم خلال التنفس الهادئ العادي 10% فحسب من سعة الحوية على سبيل
 المثال يمكننا أن نستشق إلى حد يبلغ 55% من سعة الحوية ونطرد 40% فحسب
 ويذهب هكسون (Hixon) إلى أن يستشق في الكلام التحادثي حتى 60% من مستوى
 سعة الحوية تقريباً، ولا تأخذ نفساً آخر حتى يصل مكان توقف تقريبي قريب من
 مستوى الرفير العادي الذي يتراوح من 30% إلى 40% من سعة الحوية ولذلك فإن
 نستخدم حوالي 25% من سعة الحوية حيث تتراوح الفترة الرفيرية من 40% إلى 80%
 من سعة الحوية أنظر الشكل (4.31)



الشكل 4.31 تمثل (A) تعبيرات الحجم الرئوي أثناء التنفس المدي بينما تمثل (B) التعبيرات
 أثناء الكلام لتحادثي في حين تمثل (C) تعبيرات الحجم الرئوي أثناء الكلام
 المرتفع

ولذلك يبدو، خلال ما عليه الحال في بعض العطل التنفسية الحسية، أن
 الصعوبات المتعلقة ببعض العطل السعسية الشائعة وأستأشها وطرق علاجها لا تقع ضمن
 الحاجة إلى قوة هوائية أكثر لأنها لا نستخدم في الواقع سوى الربع الأوسط من سعة
 الحوية في الكلام التحادثي. وأعبت الطن أن تلك الصعوبات هي صعوبات تقع في
 إطار صبط التيار الهوائي وتحويله

فعلاً ما يصعب التيار الهوائي في الصعوبات اللفظية في استخدام غير فعال
 للقدرة، وليس نسب نقص في كمية الهواء ويعود عدم انتظام الأنماط التنفسية عند

المتكلمين الصم إلى شواذ في الحال الصوتية، وشواذ في تحريات الجهاز الصوتي للتيار الهوائي، وكذلك إلى شواذ في ابتداء الصوت. ويمكن ملاحظة شواذ تنفسية أيضاً في الأنماط التي يصدرها متكلمون يعانون من اضطرابات عصبية (الشلل الدماغي على سبيل المثال). وتظهر شواذ أيضاً في صورة نقص في التنسيق بين الأنظمة التنفسية الدنيا والأنظمة التنفسية العليا في الأنماط المتأخرة عند المتكلمين الذين يعانون من الصم. ويبدو هنا أن المشكلة ليست في عدم المقدرة على تغيير الأحجام الرئوية المناسبة لتغيرات الضغط، بل هي على الأغلب، مشكلة تقع في القيام بالمقاومة المناسبة للتيار الهوائي في الحال الصوتية أو في الجهاز التنفسي الأعلى. وقد يقوم متكلم يعاني من خلل دماغي بتقليص العضلات الطوية في الوقت نفسه الذي تنقص فيه العضلات بين الصلعية الخارجية وهو يستشق. يبدو ذلك مأورة معاكسة تماماً على الرغم من انتصار العضلات بين الصلعية الخارجية في هذه المعركة (يستشق عادة) ويمكن للمرء أن يلاحظ عند التنفيس، غير الفعالين، رعدة أو ميلاً إلى بدل قدرة عضلية أكثر أثناء رفع عظم القص والعنق الصدري العلوي (الذي يسمى أحياناً القص الترقوي) في حين أنه لو استخدمت القدرة نفسها في عضلات مختلفة لأمكن رفع القص الصدري السفلي وتحقيق امتداد أو توسع صدري أكبر. لكنه يبدو أن الناس الذين يتمتعون بكلام عادي يختلفون بدرجة كبيرة في موقع الحركات الأكبر، عندما تكون في منطقة البطن والحجاب الحاجز أو الصدر العلوي.

Phonation

النطق (إصدار الأصوات الكلامية)

تحويل الضغط الهوائي إلى صوت Conversion of air pressure into sound

يشكل الهواء المطرود من الرئتين مصدر الكلام الأساسي، لكن أعمال الممرات الهوائية العليا هي المسؤولة عن تحويل القدرة الهوائية إلى دبدبات مسموعة من أجل الكلام. وكما ذكرنا مقدماً، يستخدم المتكلمون أسلوبين في تحويل الهواء إلى أصوات كلامية. يضم الأول استخدام الضغط الهوائي في دبدبة الحال الصوتية المرنة الموحدة في الحجرة مسيماً إصدار موحدة جيئية دورية (دات غط)، بينما ينطوي الأسلوب الثاني على السماح للهواء بالخروج إلى المحرى الصوتي من خلال الحجرة والممرات بين الحال

الصوتية والفصاء الخارجى) حيث ينتج عن التحويرات المختلفة لتيار الهواء أصوات صحيح، وهسهسة أو دقات أو تجمعات من هذه الأصوات غير الدورية (دونما نمط متكرر من الذبذبة). يسمى الأسلوب الأول (الصوت - voicing)، وهو النمط الصوتي الأول وتحويراته ما ساقشه أولاً

نظرية التصويت التحريكية المرنة Myoelastic Aerodynamic Theory of phonation

تتألف الحبال الصوتية من تنوء ربيّ الشكل مؤلف من عصل، ووتر، وعشاء محاطي يقع خلف قفاحة آدم أو العضروب الدرقي متجهاً نحو الأمام والخلف ويمكن لفساوه الحبال الصوتية ومرونتها أن تختلفا، فيمكن أن يكونا ثخينين أو نحيفين؛ طويلين أو قصيرين، أو أن يوصعا في مواقع وسط؛ بحيث يمكن رفعها أو صفطها في علاقتها العمودية مع التجاويف الأعلى. تحدث كل هذه التعديلات والتغيرات في الكلام العادي بمعدلات سرعة عالية. وما هذه التعيرات الديناميكية في أساليب الحبال الصوتية إلا نتيجة تغير تطوري من مصرة بسيطة أو آلية صمام بسيطة من أشكال الحياة الدنيا إلى الحجرة البشرية التي تنقسم فيها العضلات التي تسيطر على الحبال الصوتية إلى عدة مجموعات كل بوظيفتها الخاصة مما يسمح بطبقة واسعة من التعديلات.

تكون الحبال الصوتية في أسلوب تصويت عندما تكون مقاربة ومتذبذبة. وقبل مناقشة التراكيب الحجرية ووظائفها أثناء التصويت، يمكنك أن تحصل على فهم سريع لفيزيولوجيا الحبال الصوتية من خلال إنتاج ديدية الشقين المعروفة بـ (Bronx Cheer) في الولايات المتحدة الأمريكية و (raspberry) في بريطانيا تأكد من خلوتك، وصع شفيتك على نحو تهتر مع الحبال الصوتية مصدرة ديدية مجموعة بسب ضغط الهواء القادم من الرئتين. إن الصوت الذي تسمعه هو صوت الهواء الخارج في دقات سريعة وليس صوت تحول الشفتين. ومن الواضح أن ضغط الهواء هو الباحث على تحويل الشفتين، وليس عضلات الشفتين، ومع ذلك يجب وصع الشفتين على نحو تقاربان فيه وفي درجة مناسبة من الشدة حتى نحصل على الفعل المطلوب. قم بالتجربة نفسها ولكن بشفتين مفتوحتين قليلاً أو مشدودتين قليلاً، وستبوء محاولتك بالفشل حتماً فعل الرغم من

سهولة ملاحظة (Bronx Cheer) لكونه لم تتم الموافقة على قبول مدى عمل الحبال الصوتية على المواد نفسه إلا مؤجراً.

كان الاعتقاد السائد في منتصف القرن التاسع عشر أن الحبال الصوتية تهتز كالأوتار تماماً مصدرة ديدة في الهواء مباشرة وحتى أمد قريب، في عام 1950، اقترح هسون (Husson) في نظريته «العصية - الرمية» أن الحبال الصوتية تهتز نتيجة نبضات عصية في العضلة الطبقية، وليس نتيجة عمل الهواء المطرود من الرئتين في الحبال الصوتية. لكن النظرية البارجة المقبولة حالياً حول النطق هي التي اقترحها أساساً هون هيلمهولتز و مولر (Muller) في القرن التاسع عشر، وصححت ووضحت في سلسلة من البحوث في الخمسينيات، وهي نظرية التصويت التحركية المرة، والكنمة الأساسية في هذا المصطلح هي التحريكية. إذ تتحرك الحبال الصوتية وتصدر نتيجة تيار الهواء القادم من الرئتين وليس بسبب نبضات عصية. وتشير كلمة «المرة» إلى الطرق التي تعبر العضلات فيها مرونتها وشدها كي تحدث تغيرات مؤثرة في الردد والديدة.

يشار إلى عدد المرات التي تنفتح الحبال الصوتية فيها وتغلق في الثانية بتردد ديدة الحبال الصوتية، ويقرر تردد ديدة الحبال الصوتية «التردد الأساسي» وهو أدنى ترددات الصوت الصادر مباشرة. يمتلك الرجال أصواتاً ذات تردد أساسي (F₀) وسطي يبلغ 125 «هرتز» تقريباً. أما النساء فيملن إلى إصدار صوت ذي تردد أساسي يزيد عن 200 هرتز، أما الأطفال فيريد ترددهم الأساسي عن 360 هرتز. يمثل حجم الحبال الصوتية أحد مقرري التردد الأساسي، وعلى قدر ما يكون الجسم المتذبذب في الحبال الصوتية كبيراً يقل التردد (وهناك تناسب عكسي بين حجم الحبال الصوتية والتردد الأساسي). يمتلك الرجال حبالاً صوتية أكبر من الحبال الصوتية عند النساء عامة. ويتراوح طول الحبال الصوتية عند الرجال بين 17 و 24 ملم، بينما يتراوح طول الحبال الصوتية عند النساء بين 13 و 17 ملم تقريباً. فلو كان هناك زوج من الحبال الصوتية لهما طول ووزن محدداً فإنه يمكن للمرء، عندئذ، أن يضاهي تردد الديدة على نحو ملحوظ، من خلال تطويل الحبال الصوتية وشدها ومن ثم يقلل تأثير الكتلة. يمكن عادة مد الحبال الصوتية بطول يتراوح بين 3 و 4 ملم. ويتدرب المليون على امتلاك ثمانية (two octaves) (يبلغ كل ثمانية ضعف التردد الأسبق). ويمكن لصوت محض أب يهبط إلى حوالي 80 هرتز،

ويمكن لصوت شعري غنائي مرتفع أن يزيد في تردده عن كيلو هرتز وهكذا يرى أن العمل العضلي مهم في ضبط الصوت حيث تعمل العضلات على التقريب بين الحبال الصوتية، ومن ثم تستطيع التدبب، وتقوم العضلات أيضاً بتنظيم سمك الحبال الصوتية وشدتها كي تغير التردد الأساسي

إن النقطة الأساسية التي تكمن وراء النظرية المبرنة هي أن مفررات دورة الدبنة حركية. حيث يفتح الهواء إلقدام من الرئتين الحبال الصوتية في كل دبنة، وتعلق الحبال الصوتية في كل دورة أيضاً بسبب مرونتها المروثة والهبوط المفاجيء في ضغط الهواء المفاجيء بين الحبال الصوتية عندما يمر الهواء بسرعة في فتحة الممر

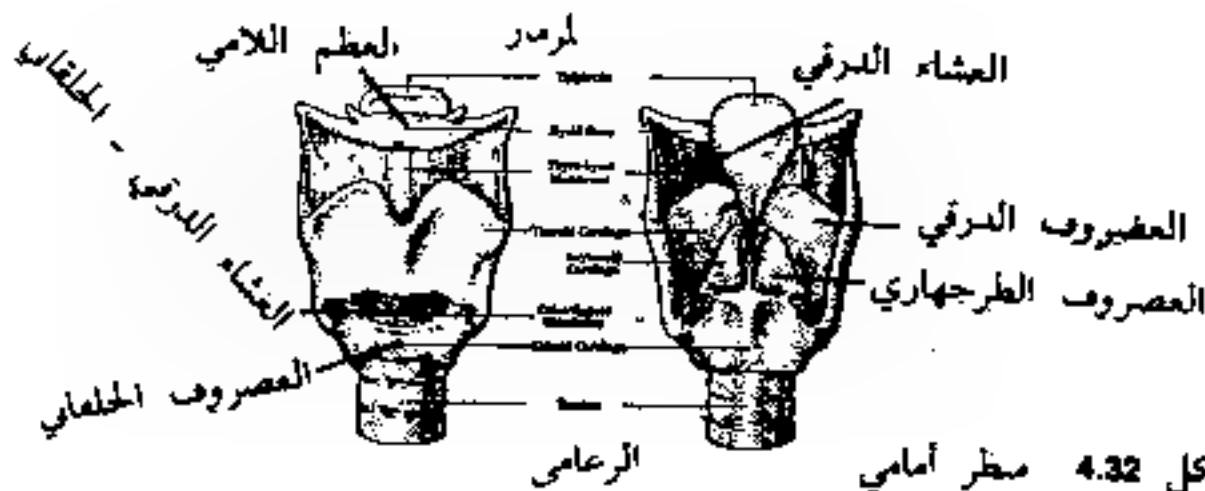
يتطلب شرح تفاصيل عملية التصويت معرفة تشريحية بالحنجرة وسنقتصر في هذا النص على ذكر التشريح اللارم لهمم أساسي لوظيفة الحبال الصوتية في الكلام.

Framework Of Larynx

هيكل الحنجرة العام

تستعمل الحنجرة، فضلاً عن استخدامها في الكلام، في ضبط تيار الهواء الداخل إلى الرئتين والخارج منها والذي يرود الجسم بالأكسجين، وتمنع دخول الطعام والماء أو المواد الأخرى إلى الرئتين، وتساعد في البلع، وكذلك في ساء الضغط اللارم، في القفص الصدري، كالسعال، والتقيؤ والتعوط وورفع الأشياء الثقيلة.

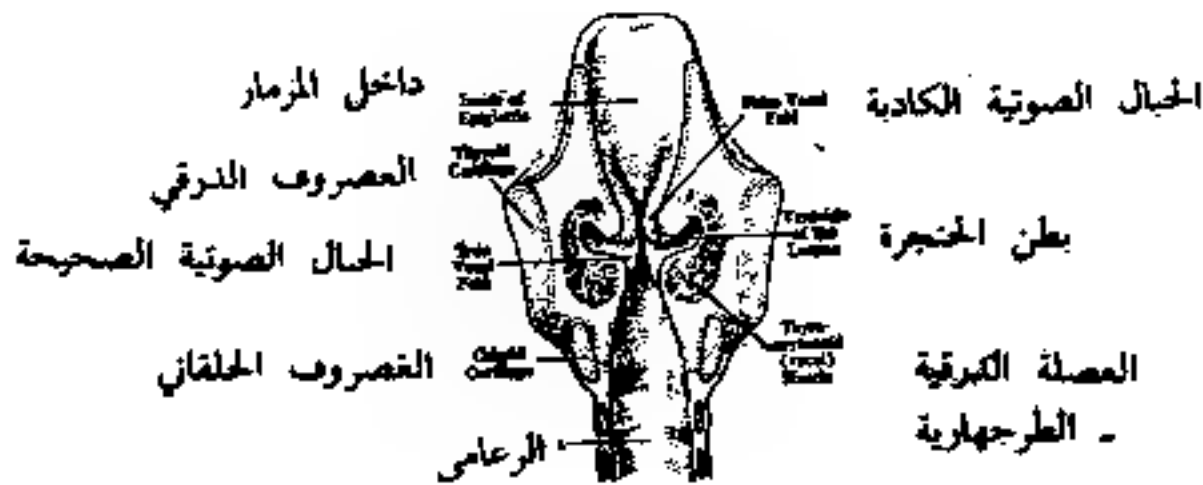
تتعلق الحنجرة بالعظم اللامي، وتتوضع على قمة الرغامى الشكل (4.32).



الشكل 4.32 مظهر أمامي وحلمي للحنجرة

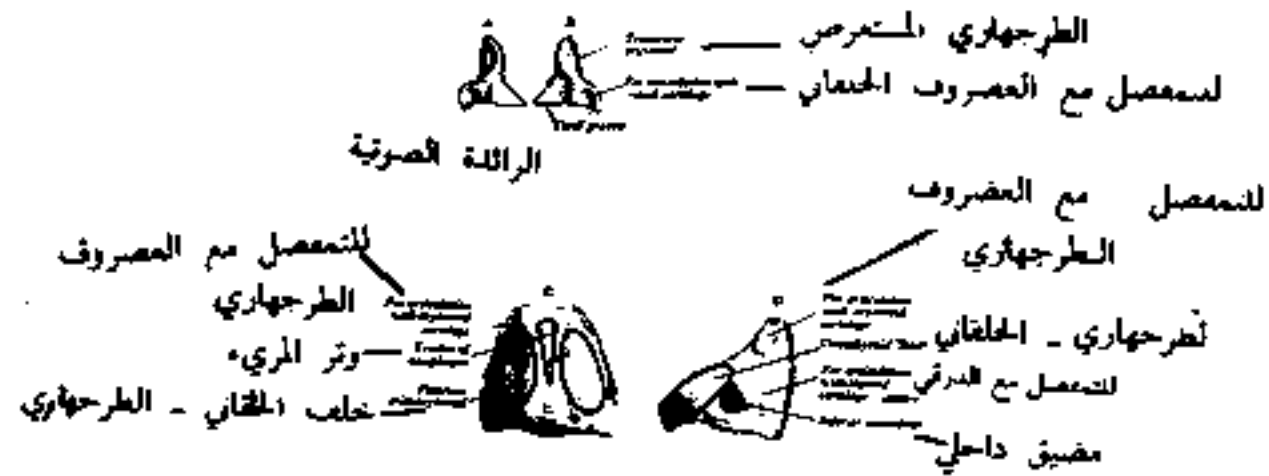
وتتكون الرعامى من سلسلة من العصاريف على شكل حافر الفرس تقسمها المصوح نحو الخلف، وتتوضع في قاعدة الرقة، بينما يعوم العظم اللامي تحت الفك وأفضل طريقه لتحسسه هي إمالة الرأس نحو الخلف قليلاً، ولكونه مؤلفاً من عظم صغير على شكل حافر الفرس يمكن تمييزه عن العصاريف بعمل قساوته يقع ساء الحجرة أو هيكلها أمام البلعوم السفي الذي يقود هو نفسه إلى المريء فالبلعوم، ولذلك يجب أن يمر الطعام والسوائل فوق مدخل الرئتين كي تستطيع الدخول إلى مدخل المعدة وذلك ترتيب غير فعال في طاهره، وهو الكلفة المدهوعة من أجل تثبيت الحجرة بوصفها مصدراً أساسياً للكلام وأثناء البلع يقوم عضروف على شكل ورقة، وهو اللهاة، بتغطية مدخل الحجرة. أما في بعض الحيوانات الأخرى، فتقع الحجرة في منطقة عمالية من البلعوم، ويمكن دمجها مع الممرات الأنفية. وفي تلك الحالة تمر السوائل والطعام من العم حول أطراف الحجرة على نحو مباشر نحو المريء من دون أي حطر من دحولها القصبة الهوائية.

تتألف الحجرة من أسوب مؤلف من عصاريف تتصل بربطات وأغشية رابطة، وتعطى بعشاء غاطي تشكل المنطقة المعلقة فراغاً على شكل ساعة (انظر الشكل 4.33) وله دهليز يقع فوق مجموعتين من الشيا أو الأوتار: الأوتار الكاذبة، والخيال الصوتية الصحيحة المتصاعدة في الصوت تشكل الخيال الكاذبة تضيقاً ثانياً فوق الخيال الصوتية تماماً يسمى الفراغ العمودي بين مجموعتي الخيال بالتجويف البلعومي، ويسمى الفراغ الأفقي بين الخيال الصوتية الصحيحة - المزمار. ويتوسع الفراغ تحت الخيال الصوتية داخل بناء العصاريف.



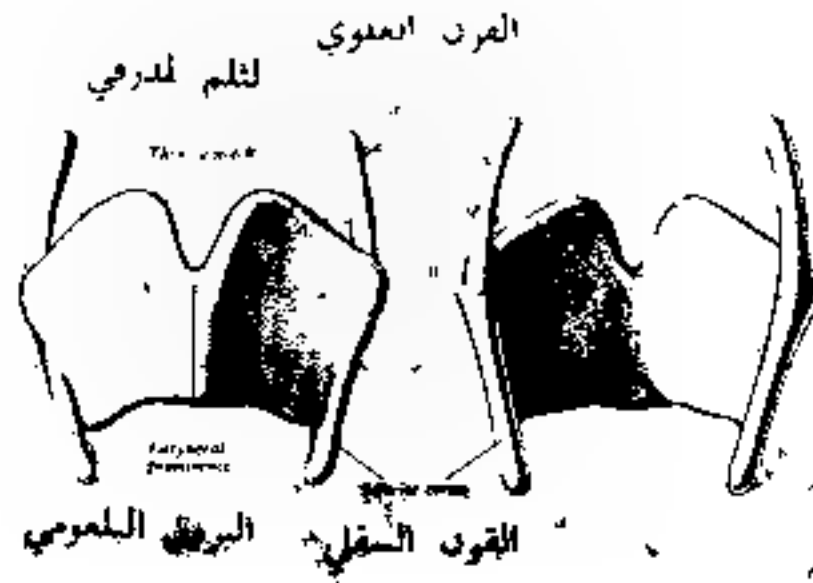
الشكل 4.33: مقطع أمامي في الحجرة. لاحظ المضيق التي تشكلها الطنيت الكاذبة والخيال الصوتية الصحيحة في الأسفل

إن الغضاريف التي تعمل على حفظ الفراخ الخنجري وتدعم العصابات التي تنظم تغيراته هي الدرقي، والطرجهاري، وسمي الغضروف الحلقائي بذلك لأنه يشبه حلقات الخاتم، ويمكن اعتداده غمّواً رائياً لخاتم الرغامى، وهو يشكّل الحلقة العليا من الرغامى، يميزه الصخر الكبير (الصحيقة) في المؤخرة على عكس حلقات الرغامى المفتوحة من الخلف وتشكّل المقدمة. للصيقة وجوانب الغضروف القوسي، بينما تشكّل الصفيحة العريضة في المؤخرة الجُريء. الشبيه بالخاتم الذي يطل على الخلف. أنظر الشكل (4.34).



الشكل 4.34 - الغضروفان الطرجهاري والخلقاني تمثل (A) الغضروف الطرجهاري الأيسر، مظهراً من الوسط بينما تمثل (B) في اليمين الغضروف الطرجهاري، مظهراً من الوسط تمثل (C) الغضروف الخلقاني، منظر حلقي. وتمثل (D) الغضروف الخلقاني، منظر حلقي حلقي. تشير إلى نقاط الوصل العصبية بحطوط عامقة

على الرغم من أنّ الخيال الصوتية لا تتصل بالغضروف الخلقاني، فإنه يتم فصل مع ثلاثة غضاريف تدعم الخيال الصوتية وهي الغضروف الدرقي، وإثنان من الغضاريف الطرجهارية. والغضاريف الطرجهارية هرمية الشكل تقريباً ويتم فصل مع



الشكل 4.36 - الغضروف الدرقي. (A) الوجه السفلي، (B) الوجه العلوي.

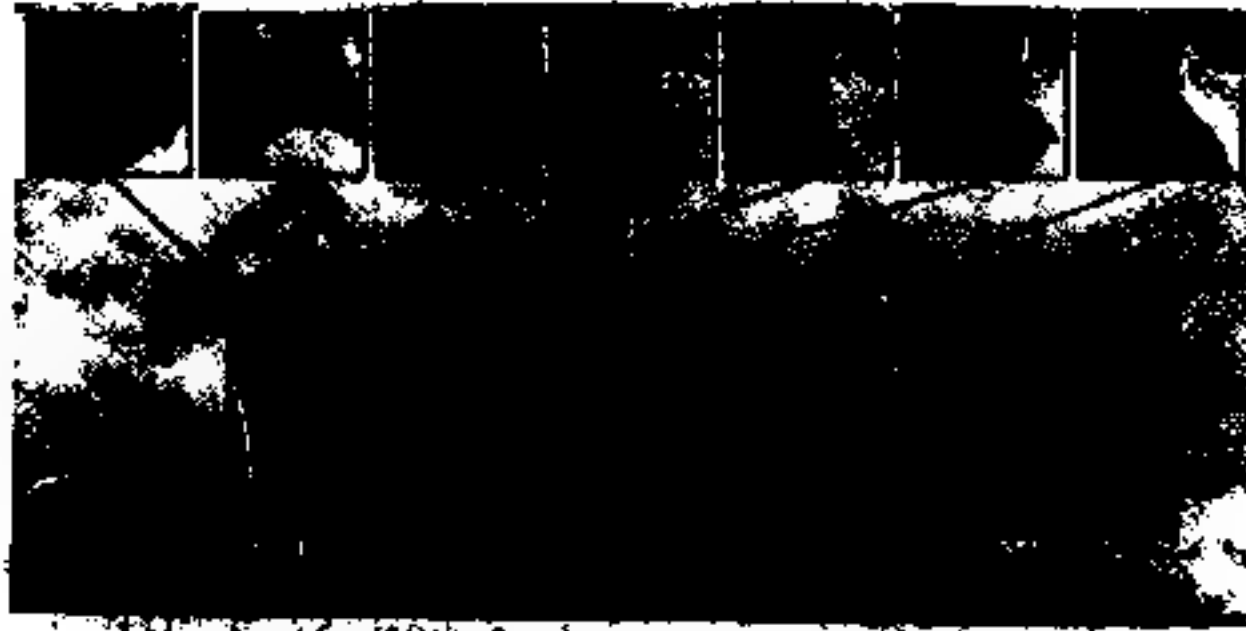
تتفصل الصحائف على نحو واسع في المؤخرة وتمتد إلى قرنين علويين وتنتجه نحو قري العظم اللامي في الأعلى. يتعميق القرنان الصغيران في الداخل مع الغضروف الخلفي في الأسفل من خلال تشيتهما حول وجه مدور صغير على كل جانب من الصحائف الخلقانية. يمكن للمضاريب الخشيرة أن تتحرك في علاقاتها فيما بينها إلى درجة ممدوجة. ويمكن للمضاريب اللامية والخلقية التراجع إلى الأمام والخلف فوق بعضها كما مساقش فيما بعد عندما نتناول تغير درجة النعم. ويمكن للعصرويين الطرحهاريين الدوران والتراجع على العضروف الخلقاني ويمكنهما أن يزلزلا قليلاً أحدهما نحو الآخر، تضبط هذه الحركات العضلات المتصلة بالرائدة العصبية في المضاريب الطرحهارية ومسرى ذلك عند مناقشة علاقاتها بشأن ضبط الحبال الصوتية وتعديلها.

ضبط (تعديل) الحبال الصوتية أثناء الكلام

Vocal Fold Adjustment During Speech

تكون الحبال الصوتية مفتوحة في حالة الراحة مشكلة فراغاً مرمرياً على شكل - ٧ - فمه خلف الغضروف الدرقي، وتقع أعظم نقطة فيه في المؤخرة حيث تتصل الحبال

الصوتية بزايدة العصاريف الطرجهارية الصوتية تفتح الحبال الصوتية، أثناء الكلام، في الأصوات الصامتة /g/ أو /v/، وتقرب من بعضها في الأصوات المجهورة كما في الصوائت والصوائت الشائبة /v/, /v/ أو /g/ في كلمات «tea»، «two»، «tail» و /v/، وتكون أقل تقارباً في الأصوات الصامتة المجهورة كما في /z/ و /d/ حيث يحتاج للجهر بالإضافة إلى ضغط هوائية عالية في التجويف الفموي. أنظر الشكل (4.37).

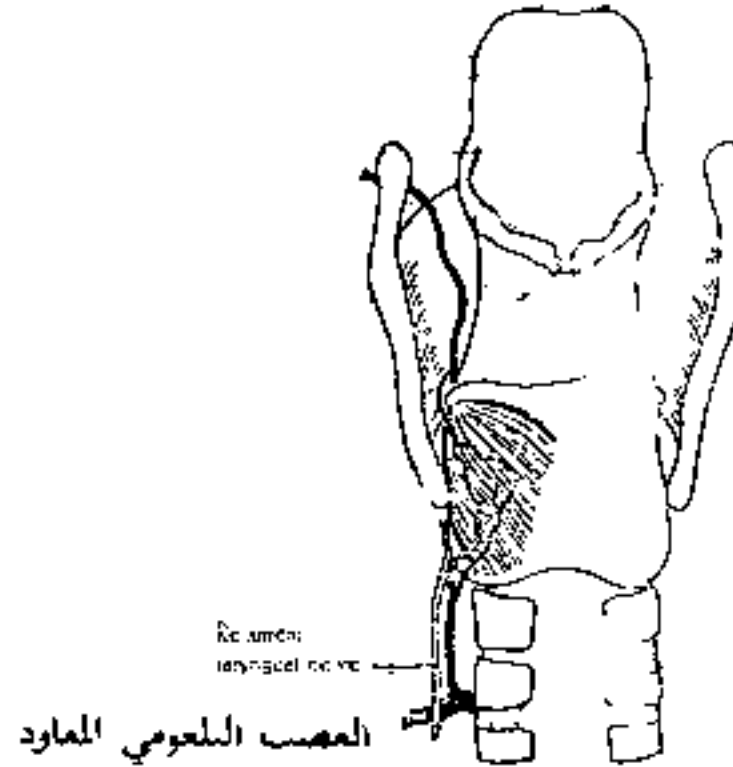


الشكل 437 منظر علوي للحنجرة، التقط بواسطة حزمة ألياف في أوقات متعددة أثناء لفظ جملة يظهر الشق «الفلج» المرماري الخلفي في الطرف السفلي الفمي في كل صورة. لاحظ المزمار المفتوح في الشكل الأول أو التنفس، والمزمار المعلق نسبياً في الصورة الثالثة من أجل الصوائت، والمزمار المفتوح نسبياً في الشكل السادس من أجل صامت مجهور.

الصوائت غير المجهورة Voicess Consonants

يحدث أبسط تعديل في الحبال أثناء الكلام في الصوائت غير المجهورة، حيث تفتح الحبال الصوتية على نحو واسع كي نحصل على حجم كافٍ من هواء الرئتين لإيجاد الضوضاء أو الضجيج المطلوب في التجويف الفمي. وعندما يتقدم الكلام، تنتشر الأصوات غير المجهورة في التيار الكلامي وحدائياً أو جماعات مطالبة بفتح مزماري

سريع يتحمل عملية الجهر ويؤدي هذه الوظيفة أثنان من العضلات الكبيرة المثلة الشكل تتصلان من خلال أوتار بقمة الزائدة الصوتية في كل عصبون طرجهاري. وتنتف الخيوط العصبية على شكل مروحة عندما تمر إلى الخلف والأسفل كي تتصل بصحائف العصبون الخلفاني الخلفية (الشكل 4.38)



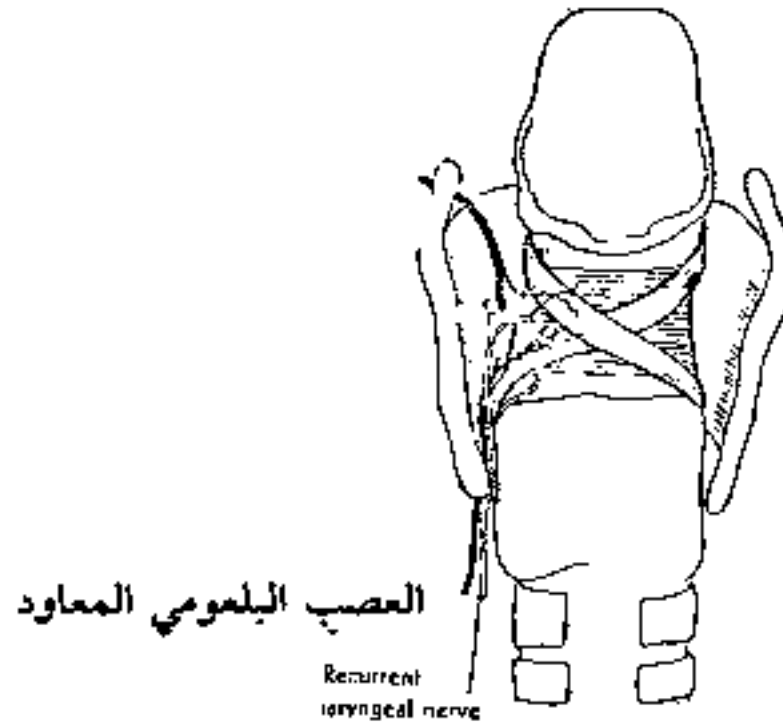
الشكل 4.38 منظر حلقي للعصلة الحلقائية - الطرجهارية الخلفية (على الرغم من ظهور عصلة واحدة، إلا أنه يوجد إثنان منها)

تقوم العصلة الطرجهارية - الحلقائية الخلفية - سميت بذلك لموقعها وصلاتها - بتدوير الفصاري الطرجهارية من خلال شدّ الزوائد العصبية من الوسط وإلى الأسفل، وتسبب، من ثم، فتح الزوائد الصوتية. يعصب العصب المعاد، وهو فرع من العصب الحمجمي العاشر، هذه العضلة وكافة العضلات الخاصة بالهجرة تقريباً

Voiced Speech Sounds

الأصوات الكلامية المجهورة

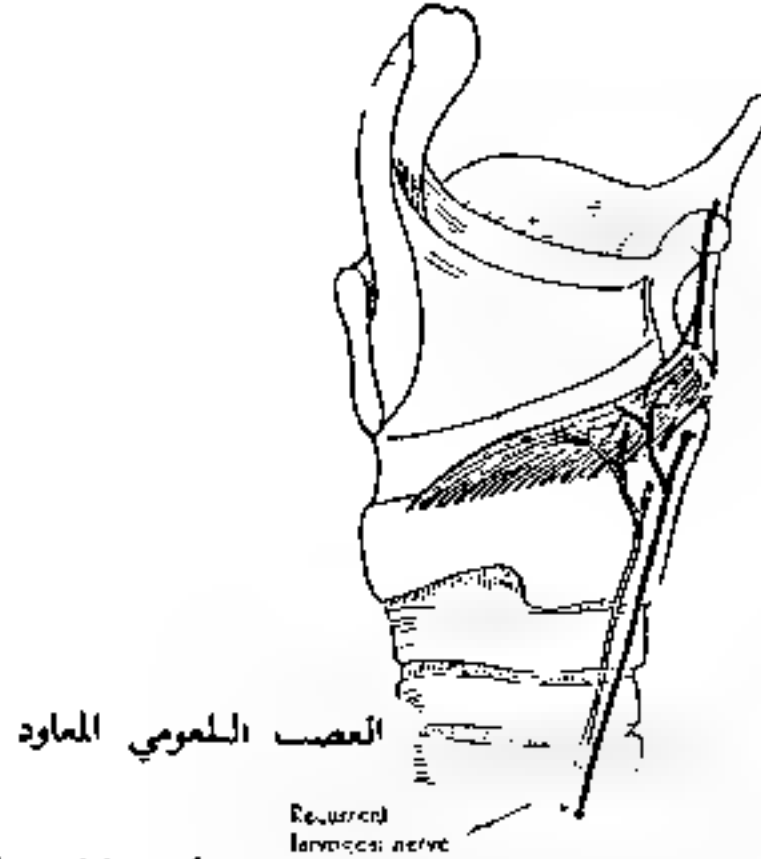
لا يمكن للحبال الصوتية المفتوحة أن تتذبذب، ولذلك يجب جلب الحبال الصوتية المفتوحة عادة باتجاه محورها أو إلصاق بعضها ببعض تقريباً من أجل إصدار أصوات الكلام المجهورة. ومن أجل التقريب بين الحبال الصوتية يجب التقرب بين العضارين الطرجهاريين، وأن تتأرجح روائدها الصوتية إلى الداخل بحيث يقابل بعضها بعضاً هناك عصية قوية من الخيوط العنصلية تغطي أفقياً خلال الوحوة الخلفية للعضارين الطرجهاريين. وهذه العصية الطرجهارية العريضة مثقلة باللياف عصبية على شكل X وتدعى العضلات الطرجهارية المائلة أو المحرفة (الشكل 4.39)



الشكل 4.39. منظر خلفي للعضلات الطرجهارية المائلة والمستعرضة - بشار إلى هاتين العضلتين مجتمعين بالعصية الطرجهارية الوسطى

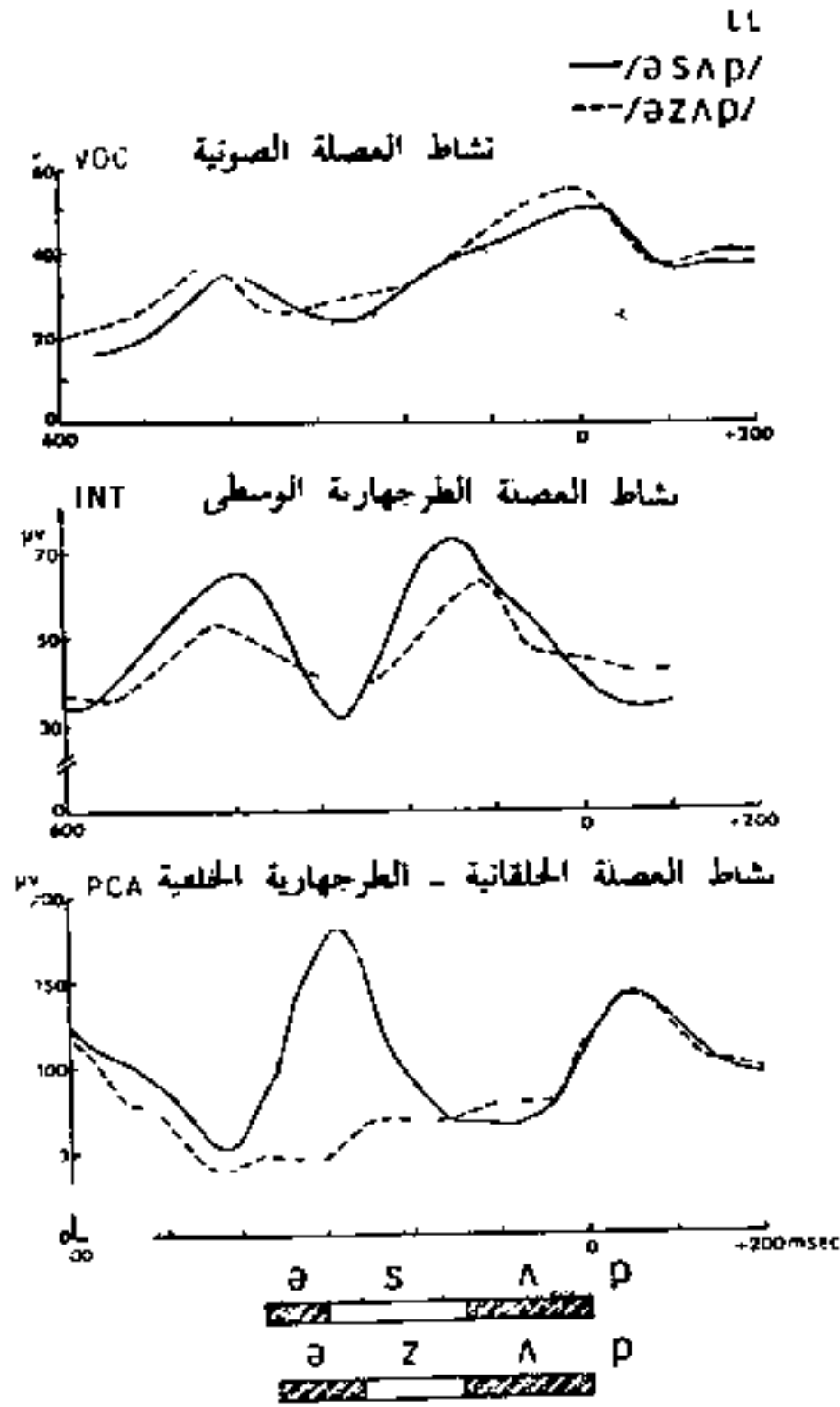
تسمى العضلة الطرجهارية المستعرضة مع العصية الطرجهارية المحرفة بـ (العضلة الطرجهارية الوسطى) حيث تقوم هاتان العضلتان بحركة العضارين

الطرجهارية نحو محورها ومن ثم جرّ الحبال الصوتية. يعتقد أن الحادث الأقوى أو الأسامي هو العضلة الطرجهارية الوسطى. وتساعد في حرّ الحبال الصوتية نحو محورها أرجحة الرائدة العضلية في الفصارييف الطرجهارية نحو الأمام والأسفل، فتصعظ، من ثم، الروائد الصوتية مقارنةً بينها. هناك أيضاً العضلات الطرجهارية الحلقائية الخانبية الشكل (4.40) فمن أجل حرّ قوي للحبال الصوتية، كما هي الحال في إصدار الصوائت مثلاً، تُستخدم العضلات الطرجهارية - الحلقائية الخانبية مع العضلة الطرجهارية لوسطى



الشكل 4.40 مظهر جانبي للعضلة الطرجهارية - الحلقائية الخانبية. كما أزيل الطرف اليساري من العصبون الدرقي

أما في الأصوائت الكلامية التي تتطلب دذب الحبال الصوتية بالإضافة لمصدر صوتي فوق المرمر، فإن عملية حرّ الحبال الصوتية نحو محورها تكون أقل، وتتم العضلة الطرجهارية الوسطى بالفرص. لقد مير هيروز وحي (Hiro & Gay)، (الشكل 4.41) وظيفة العضلات الخجيرية من خلال قياس الشاط الكهربائي المولّد عندما تنقص هذه العضلات وسياقش أسلوب التسجيل هذا (تخطيط العصل الكهربائي) في العصل السادس.



الشكل 4.41. مسحيات تخطيط العصبلة الكهربائي موضوع على الأصوات الاحتكاكية /z/ (الخط المتقطع) و /s/ (الخط غير المتقطع). فعل الرعم من أن نشاط العصبلة الصوتية (VOC) هو متشابه في كلا الصوتين، نجد أن نشاط العصبلة الطرجهارة الوسطى (INT) في (س) يقل خلال الوقت الذي يرداد فيه نشاط العصبلة الحلقائية - الطرجهارة الخلفية (PCA) بشكل كبير

تتألف الحبال الصوتية نفسها من (1) الرباطات الصوتية وهي الأطراف الشحية للعضء المحروطي المرن الباهض من العضروف الحلقي. و (2) العضلات التي تتصل بالرباطات وهي القسم الداخلي في العضلات الطرجهارية - الدرقية المعروفة عامة بـ «العضلات الصوتية». و (3) الغشاء المحاطي الذي يغطيها. تستق الرباطات الصوتية والعضلات الصوتية من تنوء في العضروف الطرجهاري يعرف باسم «الزائدة الصوتية». وبسبب العضروف تكون الحبال الصوتية قاسية في الخلف وأكثر مروية في الأمام. تكون الحبال الصوتية ثحية في حالة الاسترخاء، ومفتوحة على نحو متموج، ويتحرك العضء المحاطي على نحو مستقل تقريباً كقطعة جلد متزهلة على ذراع متحركة يمتد القسم الخارجي من العضلة الدرقية الطرجهارية إلى رائدة العضلة الطرجهارية العصلية ببعض الألياف المتنفة حول العضروف الطرجهاري وتمتد مع العضلات الطرجهارية الوسطى. ويحتاج إلى كثير من البحث لتفسير دور العضلات الطرجهارية - الدرقية الداخلية والخارجية في عملية العلق، لكن الرأي الشائع أنها تقوم بشد الحبال الصوتية

والشائط العضلي المطلوب، فحلاً، لجر الحبال الصوتية وشدها كي يجهرها للبدنة، لكن ذلك العمل لا يسبب الدبدية نفسها، يجب عليك في (Bronx Cheer) أن تقرب شفتيك إحداهما من الأخرى، وذلك هو الجهد العضلي المطلوب. لكن الصوت نفسه يحدث نتيجة القوى الحركية المؤثرة في جسم شفتيك المرن إن القوتين الحركيتين اللتين تصدران دذبة الحبال الصوتية هما «الصعط الهوائي التحتججري» ويرمر له بـ (P) المؤثر في قسم الحبال الصوتية السفلي، ويجبرها على الانفتاح، و «الصعط السلي» الذي يحدث عندما يمرّ الهواء بين الحبال الصوتية (تأثير برولي)، وهذا الصغطان السلي والايحاي يصعبان الحال الصوتية في حالة البدنة بسبب مرونتها

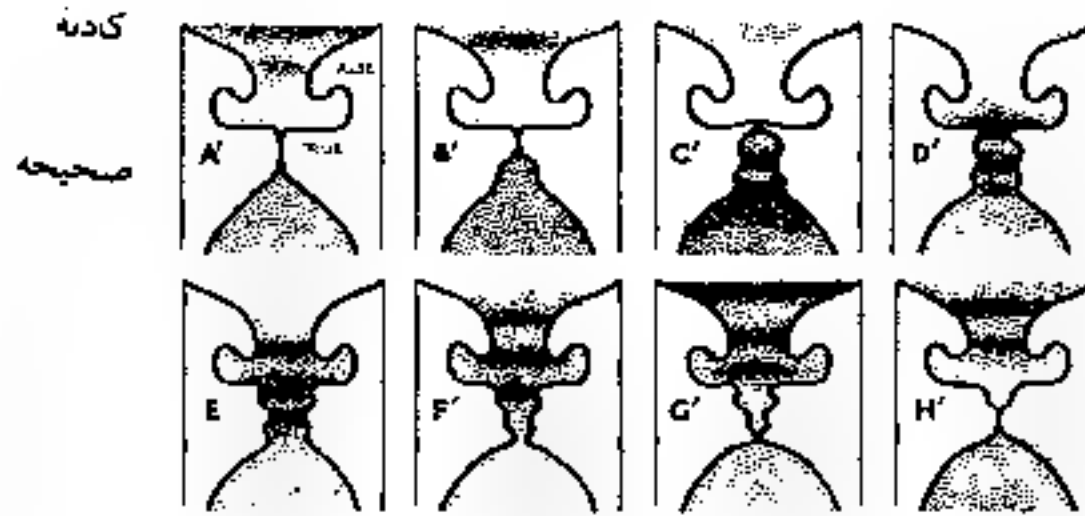
Subglottal Air Pressure

الضغط الهوائي التحتججري

تأمل أولاً صعط الهواء التحتججري الذي يفتح الحبال الصوتية. تخرج في كل فتحة دفقة صغيرة من الهواء، ويشكل هذا العدد الهائل من الرصاصات القدوية الهوائية موجة من الضغط مسموعة عند المرمار. والشرط القوي للحصول على الجهر (Voicing)

هو أن يكون ضغط الهواء تحت الحبال الصوتية أكبر منه فوقها فلو ارتفع الضغط فوق الحبال الصوتية على نحو صاع مع الضغط اللازم من الرمار، سوف الجهر (ددنة الحبال الصوتية) عندئذ حرب ذلك من خلال محاولة تطويل صوت الوقف المجهورة مثل /b/ تستطيع جهر الصوت لفترة قصيرة فحسب لأن الإغلاق الشعوي في /b/ سيسب في ارتفاع الضغط الهوائي خلف الشفتين حتى يساوي الضغط الهوائي التحتجخري وبما أنه لا يوجد الآن ضغط عال تحت الحجرة مقارنة مع الضغط الهوائي أعلاه، فلا يمكن للجهر أن يحدث يمكن للضغط الهوائي التحتجخري في مستوى المحاذة العادية، في طبقة من 7-10 سم من H_2O (مستمرات من ضغط الماء)، أن يصدر صوتاً شدة قدرها 60 ديسل تقريباً

يمكن ملاحظة تأثير الضغط الهوائي التحتجخري الكافي لفتح الحبال الصوتية في الشكل (4.42) وهو مخططات بيانية من فلم بصور حجرة تنديت



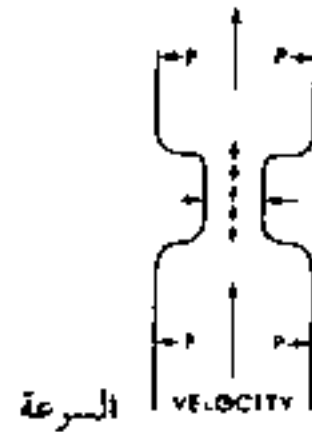
الشكل 4.42 مقاطع عرضية بيانية للحبال الصوتية أثناء الددنة يمكن رؤيته افتتح الحبال الصوتية وإغلاقها من الأسفل إلى الأعلى

حيث تبدأ الحبال الصوتية بالانفتاح من الأسفل، وتتقدم الانفتاح باتجاه الأعلى، في لحظة لي يصبح فيها القسم الأعلى، يمكن مشاهدة القسم السفلي وهو سعلق. نجد أن هناك فرقاً في الطور بالانجاء العمودي بحلق حركة شبه موحية للحبال الصوتية، وهي الحركة العادية خلال الدندبة في الصوت الصدري. أما إذا تكلم المتكلم أو عنى نطقه صوتية عالية، فإن اختلاف الطور العمودي يتدد عندئذ، ويحرك كل حل صوتي مشدود نفسه بوصفه وحدة مستقلة ويكون طور إغلاق كل دورة نتيجة ظاهرة حركية ثابتة مهمة للحجر وهي هبوط الضغط نتيجة مبدأ «برنولي».

Bernoulli Effect

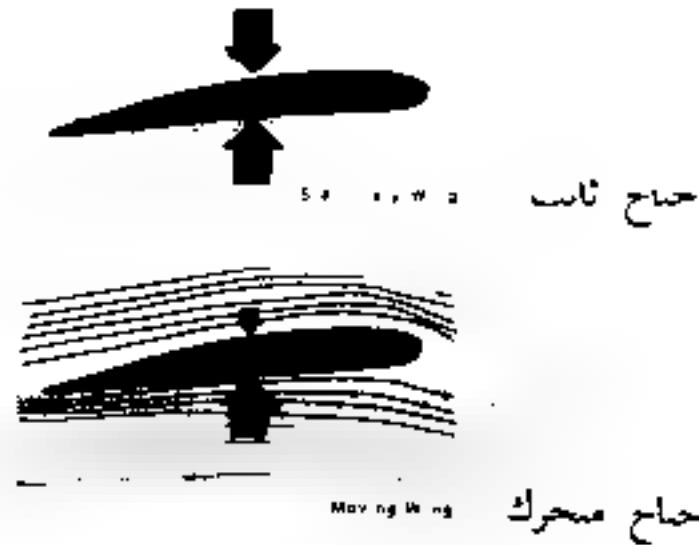
مبدأ (تأثير) برنولي

طور دانييل برنولي (Daniel Bernoulli)، وهو رياضي وفيزيائي عاش في سويسرا في القرن الثامن عشر، وكان والده وعمه عالمان ورياضيين متميزين، نظرية العارات والسوائل الحركية، التي يعرف قسم منها بمبدأ برنولي. يعتمد مبدأ برنولي على الملاحظة القائلة إن سرعة ليار السائل أو العار تزيد عندما يمر في ممر ضيق. يمكن صياغة مبدأ برنولي بساطة على النحو التالي: يتبع عن زيادة السرعة هبوط في الضغط الذي تبدله حركات العارات أو السائل ويكون انخفاض الضغط عمودياً مع اتجاه الحريان أو لريان، بوصف الشكل (4.43) تزايد السرعة في قسم ضيق في ممر؛ والهبوط الناتج في الضغط ضد الحدران الجانبية.



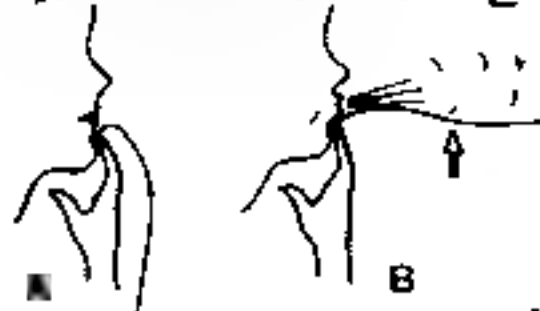
الشكل 4.43 مخطط بياني للتدفق عبر ممر ضيق تزايد السرعة في المصين، نكس الضغط الخارجي على جدران المصين غير موجود (عائياً)

يُصمم جناح الطائرة التقليدي على نحو يستفاد منه من مبدأ برنولي في رفع الطائرة يُصنع الجناح على نحو يكون فيه الوجه العلوي أكثر انسيابية، أنظر الشكل (4.44)، مما يسمح بتيار هوائي عالٍ السرعة مقارنة مع التيار الهوائي الذي يمر أسفل الجناح



الشكل 4.44: القوى الديناميكية الهوائية الفاعلة في جناح الطائرة (راجع النص لمزيد من التفاصيل).

ينتج عن السرعة العالية هبوط في الضغط مقابل السطح الأعلى، مما يخلق هو نفسه اختلافًا بين الضغط، تحت الجناحين وفوقهما، بسبب ارتفاع الطائرة في نهاية المطاف. يمكنك دفع قطعة من الورق مستخدمًا المبدأ نفسه، من خلال المسك بأحد طرفيها تحت شفتيك ونفخ الهواء عبر سطحها العلوي، الشكل (4.45).



الشكل 4.45: توصيف لمبدأ برنولي عندما يرد تدفق الهواء على سطح الورقة العلوي بسبب النفخ، يكون الضغط أقل على السطح العلوي منه في السطح السفلي مما يسبب في ارتفاع الورقة.

إننا نجرب أو نلاحظ الظاهرة البرنولية باستمرار فعندما يهب تيار هوائي عبر ممر ضيق، تنغلق الأبواب المفتحة على القاعة بعنف لأن ضغط الهواء على الأبواب من جهة القاعة أدنى منه من جهة الغرفة نفسها. ولو كنت مرة في سيارة خفيفة تتجاوز بسرعة سيارة شحن كبيرة على طريق سريع، وشعرت بأن سيارتك تنجذب بقوة باتجاه الشاحنة، فإن مرّة ذلك إلى أن تيار الهواء الأسرع الناتج بين سيارتك والشاحنة قد قلّل الضغط مقابل حمة الشاحنة من سيارتك بالمقارنة مع الجهة الأخرى.

Vocal Fold Vibration

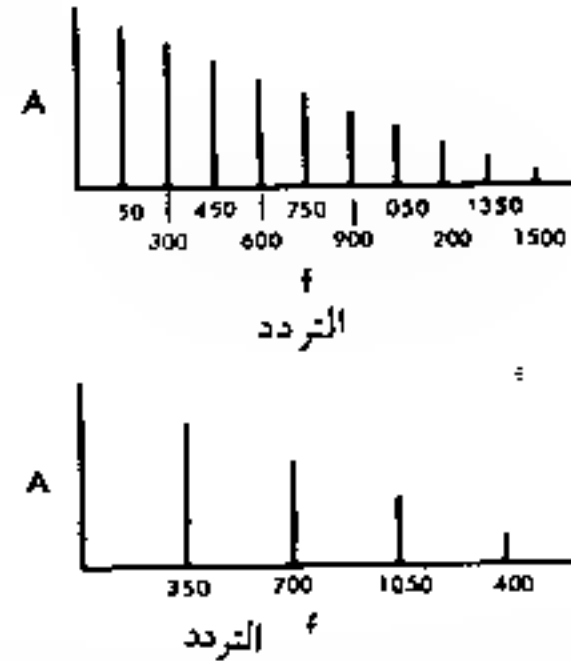
ذبذبة الحبال الصوتية

إن كل دورة من ذبذبة الحبال الصوتية، أثناء الجهر، هي نتاج الضغط الهوائي التحتججري، الذي ينفخ على نحو كافٍ وفعال لفتح الحبال الصوتية، ومبدأ برنولي الذي يفسّر هبوط الضغط المفاجيء مقابل الجوانب الداخلية لكل حبل ويجده نحو محوره مرة أخرى عندما يدفع الهواء خلال الممرار بسرعة متزايدة والعملية ممكنة بشماها بسبب مرونة الحبال الصوتية نفسها. فمرونتها لا تسمح لها بالانفتاح في كل دورة فحسب، بل إن قوة الإعادة المرونة (القوة التي تعيد أي جسم مرب إلى مكانه في حالة الراحة) تعمل وقتاً لمداً برنولي في إغلاق الحبال في كل دورة من الذبذبة

تتحرك الحبال الصوتية على نحو دوري تماماً. ففي إصدار الصوائت المطوّلة، على سبيل المثال، تنفتح الحبال الصوتية وتنغلق في نمط معين في حركة تكرر نفسها. يصدر هذا العمل عدداً هائلاً من الدفقات الهوائية الصغيرة التي تصدر هي نفسها موجة ضغطية مسموعة عند المزمارة. وهذه الموجة الضغطية هي دورية أيضاً حيث يكرر النمط نفسه ومثل كافة الأصوات الدورية المركبة، فإنه (الموجة الضغطية) تحتوي على توافقيات. إنها تتألف من تردد أساسي وعدة مصاعفات لذلك التردد الأساسي. والتردد الأساسي هو عند الفترات الزمارة في الثانية.

والجهر الإنساني ذو تردد منخفض مقارنة بمعظم أصوات العالم المحيطة، بما في ذلك الأصوات الأخرى التي يصنعها الإنسان فوق حنجرته. وبما أن الجهر الإنساني

يحتوي على عدة توافقيات⁽¹⁾، فإنه صوت مركب أيضاً ولا يمكن أن نسمع ديدنة الحبال الصوتية مفرقة مطلقاً لأنها في الوقت الذي نبلغ فيه المتكلم تكون قد تغيرت في المحرك الصوتي ولو قمنا بإدخال مذياع «ميكروفون» صغير إلى الحبال الصوتية، فإننا مسجل صوتاً يمتلك طيفاً يشبه ذلك في الشكل (4.46).



الشكل 4.46 طيفان بيانيان لأصوات ناتجة عن ديدنة الحبال الصوتية يمثل الطيفان ترددي نطاق محليين، ولذلك نجد الفواغ الذي يفصل بين التوافقيات مختلف

يشيء التردد الأدنى، تردد الديدنة نفسها، وتوافقياً ثانياً (تردده ضعف التردد الأساسي) وتوافقياً ثالثاً (تردده يساوي ثلاثة أضعاف التردد الأساسي) وهما حراً لاحظ أن إحدى سمات الصوت الشري هي أن التوافقيات الأعلى تتمتع بشده أقل من التوافقيات الأدنى ولذلك فإنه رغم احتواء الجهر على العديد من مكونات الترددات العالية، يبقى التأكيد على الترددات الدنيا يهبط شده بمعدل 12 ديسبل في الثماني² الواحد (كل مصاعمة في التردد).

- (1) توافقية مركبة حيث لوحه دورية يكون تردده مصاعمة صحيحاً للتردد الأساسي
- (2) الثماني البعد بين ترددين هما ستة (2) إلى (1) فاقبل انطاعة الصوتية بين معقبتين بحيث يمكن النظر إلى أحدهما وكأنه نسخة مطبوعة للمصنوع الموسمي الأساسي لثاني ذي الصفة الصوتية التالية يكون للأصوت مكونه هاتين للعمير، إداً، ستة تردد (2) إلى (1)

هناك خلاف جوهري بين جهري دي تردد محمص وجهري دي تردد مرتفع يرجع إلى الاختلافات في موقع التوافقيات. يظهر الشكل (4 46) هذا الاختلاف فمثلاً سيمتلك طفل ذو صوت تردده الأساسي 350 هرتز التوافقي الثاني عند التردد 700 هرتز والثالث عند 1050 هرتز والرابع عند 1400 هرتز ومقابل ذلك سيمتلك رجل دي تردد أساسي قدره 150 هرتز التوافقي الثاني عند 300 هرتز، وسيطار توافقيه التاسع توافقي الطفل الرابع تقريباً وعلى النحو نفسه يقوم شخص بمفرده بتعبير مواقع التوافقيات عندما يعدل تردد صوته لاحظ، في الشكل، أن شكل الطيف وانحداره يتقيان متشابهين عند الطفل وعند الرجل

التردد الأساسي Fundamental Frequency

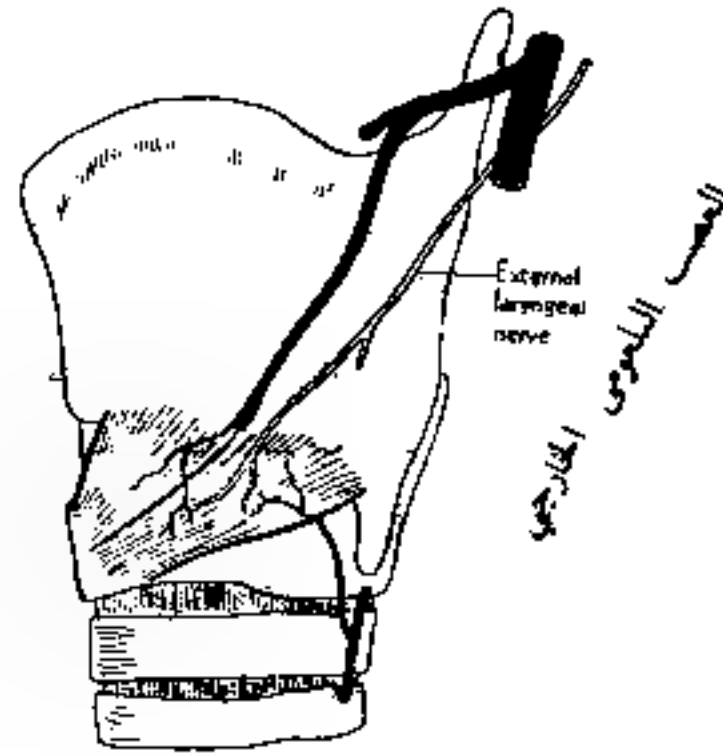
يتألف الصوت الإنساني من عدة ترددات. إنه نغمة مركبة. يدرك المستمع أدنى الترددات، التردد الأساسي، على أنه طبقة صوت المتكلم ويتغير التردد الأساسي باستمرار كما نعرف ذلك عندما نستمع إلى غمط تنغيبي في جملة ما تمتلك جملة «Are you sure» غمطاً تنغيماً (طبقة صوت) صاعداً، بينما تمتلك جملة «I'm sure» غمطاً تنغيماً هابطاً. يصدر المتكلم هذه الأغمط المختلفة من خلال تغيير التردد الأساسي لشدته حاله الصوتية

ووفقاً لنظرية الصوت الحركية المروية، فإن تردد دهبذة الحال الصوتية تقرره مروية الحال الصوتية وتوترها، وكنلتها حيث تتذبذب الحال الأكر (الأطول والأثخن) تردد طبيعي أقل من الحال الصوتية الأقصر والأثخن، وتتذبذب الحال الصوتية الأكثر مروية سرحدات أعلى لأنها ترجع إلى وضعها العادي بسرعة أكبر وتتذبذب كذلك، الحال للصوتية المشدودة على نحو أكبر من الحال الصوتية الرخوة والطريقة الأساسية في جعل روح من الحال الصوتية أكثر توتراً هي مدهما أو شدهما أكثر

ربما لاحظت أن الحال الصوتية الأطول تسهم في كتلة متزايدة وتردد أساسي محمص في الحالة الأولى وإلى توتر متزايد وتردد أساسي مرتفع في الحالة الثانية والسبب في ذلك هو أن روجاً طويلاً من الحال الصوتية (مقارنة مع متكلمين آخرين) يمتلك كتلة

أكثر، ويصدر صوتاً ذي ترددات أقل فترددات أصوات الرجال أقل من ترددات أصوات الأطفال، ورغم ذلك فإن تطويل الجبال الصوتية، عند التكلم نفسه، سوف يمدّ ويحفظ القسم المتذبذب المؤثر في الجبال الصوتية، مصيغاً توتراً يصدر تردداً أساسياً أعلى. إن روح العضلات المسؤول عن تمديد الجبال الصوتية، وعن ضبط تغيير التردد الأساسي هو العضلات الحلقائية - الدرقية

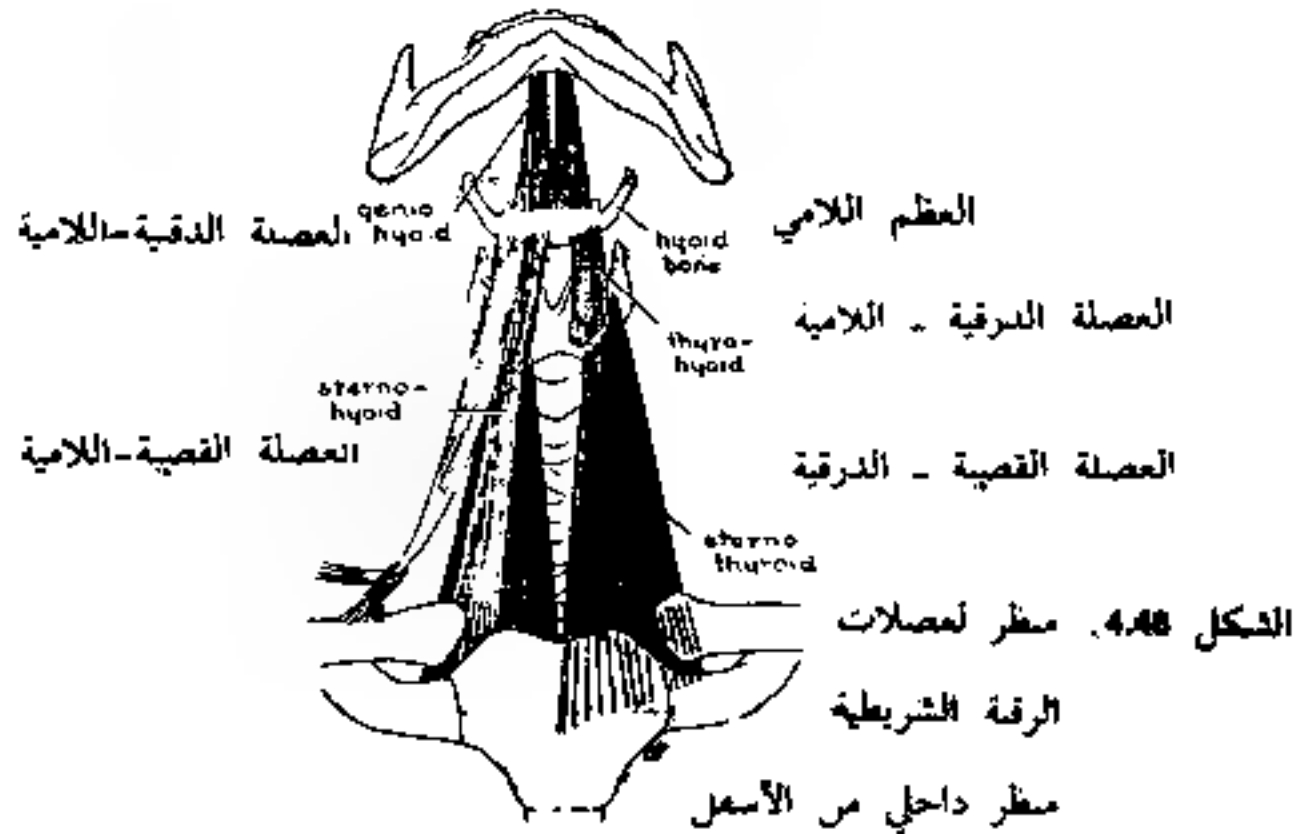
وبما أن الجبال الصوتية تقع بين العضاريق الدرقية والعصروفيين الطرجهاريين، فإن طريقة مدّ الجبال الصوتية تتم من خلال توسيع المسافة بين هذه العضاريق يمكن للعضاريق الحلقائية - الدرقية أن تفعل ذلك تماماً وبما أنها تتصل بطرف الخاتم الحلقائي وتصعد (يصعد جزء منها على نحو مستقيم والآخر براوية مائلة) إلى العصروف الدرقي، فإن انقباضها سوف يجذب الغضروفيين أحدهما نحو الآخر من خلال رفع قوس العصروف الحلقائي الداخلي باتجاه العصروف الدرقي وقد شُبه إعلاق الفراخ بين القوس الحلقائي ومقدمة العصروف الدرقي بإعلاق مقدم الخوذة في بدلة درعية يظهر الشكل (4.47) موقع العضلات الحلقائية - الدرقية في القسم الخارجي لكل طرف من الحنجرة.



الشكل 4.47 مظهر جانبي للعصلة الحلقائية - الدرقية

إن التأثير الذي يحدثه انقباضها في رقع مقدمة العضروف الخلقاني هو إمالة الصحن الخلمي للعضروف الخلقاني باتجاه الخلف وهذه الطريقة تجري العضاريين الطرجهارية فوق العضروف الخلقاني وتمتد الحبال الصوتية وقد سمى فان دين بيرج (Van Den Berg) تأثير العصلة الخلقانية - الدرقية هذا بالتوتر الطولاني. يعصب العصب البلعومي الأعلى العاشر (العصب الثاني) وهو العصب القحفي العاشر العصلة الخلقانية - الدرقية خلافاً لكافة عصابات الحنجرة الأخرى التي يرودها بالأعصاب العصب المرند (وهو فرع آخر من العصب الثاني)

تصاعف إضافة التوتر الطولاني في الحبال الصوتية التردد الأساسي الذي تتذبذب به، على الأقل في معظم طيفه الترددات المستخدمة في الكلام أما في الترددات القصوى، فمن المعتدل أن آليات أخرى تستخدم في ضبط طبقة الصوت وعلى سبيل المثال سنستخدم العصلة الخلقانية - الدرقية في الترددات المرتفعة، كذلك المستخدمة في صوت العناء المرتفع النغمة، للحصول على زيادة أكبر في التوتر على الرعم من عدم إمكانية أي تطويل أكبر حيث تشد الحبال الصوتية بشدة كبيرة وتفقد حركتها الشبيهة بالحركة الموحية العادية وتتذبذب الرباطات الصوتية على نحو يشبه دندمة الأوتار تقريباً



أما في حالة الترددات المنخفضة جداً، فتكون العضلات المحيطة بالرقبة (وخصوصاً العضلة القصية اللامية) مسؤولة عن نحو كبير عن تخفيض التردد الأساسي أنظر الشكل (4.48) (في الصفحة السابقة) ربما لاحظت أن الحجرة تصعد قليلاً أثناء ركوب الطائرة العمودية بسبب الترددات العليا، وتضطرب في الرقبة على نحو ملحوظ أكثر في الترددات المنخفضة ويعتقد بعضهم أن هذه الحركات تصيف توتراً عمودياً إلى الأعشبة التي تشكل بطانة الحجرة والرقبة في الأسفل. سيؤثر التوتر العمودي المتزايد في المحروطة المرة أثناء الرفع اللعومي وانخفاض التوتر العمودي في حالة الانخفاض اللعومي في الحبال الصوتية. ويستق العشاء المحروطي المرن من الغضروف الخلفاني ويصعد في حط وسطي باتجاه الحبال الصوتية حيث يشكل طرفه الثخين الرباط الصوتي

ومصدر آخر لشد الحبال الصوتية هو التوتر الداخلي الممكن نتيجة انقباض العضلات الدرقية - اللامية نفسها، وخاصة الأقسام المتذبذبة المعروفة بالعضلات الصوتية ونحتاج إلى كثير من البحث لتوضيح التداخل بين الإسهامات العضلية وغير العضلية في تغيير التردد وقد أشار أتكنسون (Atkinson) إلى أنه يمكن للإسهام السبي أن يتغير في طبقة التردد الأساسي عند الشخص نفسه

يبدو أن التردد الأساسي يتأثر تأثيراً بالغا بتطبيق شد طولاني كبير أو صغير في الحبال الصوتية بواسطة العضلات الحلقائية - الدرقية؛ ويتأثر على نحو ثانوي بالتعديلات كتطبيق توتر عمودي كبير أو صغير في الحبال الصوتية من خلال العضلات التي يمكنها رفع (العضلات فوق اللامية) أو خفض (تحت اللامية) الحجرة، أو من خلال تطبيق توتر ذاتي صغير أو كبير في العضلات الصوتية نفسها أو من خلال تغيير الضغط التحتججري

Voice Quality

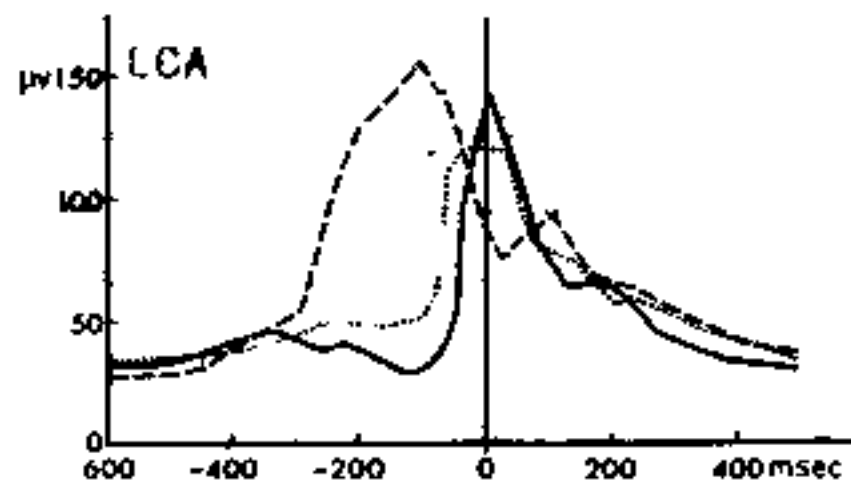
جرس الصوت

يشأ معظم ما يميز صوتاً عن آخر عن تأثيرات الفجوات المرئانية والتراكيب فوق الحجرة، لكن هناك جزءاً مما يسمى صفة الصوت أو جرس الصوت مبعثه الطريقة التي تتذبذب فيها الحبال الصوتية نفسها. إن أحد الاختلافات الواضحة بين الأصوات هو

تتردد الأساسي الذي يدركه الناس على أنه العمق أو طعنة الصوت وتتعلق بعض الاختلافات الأخرى بدرجة قرب الحبال الصوتية بعضها من بعض أو بالشوادات لموحدة على طول حواف الحبال الصوتية. فمثل أحد الحبلين الصوتيين أو كلاهما، لوحب، عندئذ، صمغ تعويص يسب في الدبنة إن كان ذلك ممكناً. يمكن في بعض الأحيان تمرير أحد الحبلين الصوتيين للتحرك إلى أكثر من نصف المسافة كي يلاقي الحبل الآخر المشلول ولو أزيلت الحنجرة تكاملها أو جزء منها يعمل حراحي، يسب السرطان، لوحب على المتكلم، عندها، أن يتعلم دبنة بعض الأسحة والكتل العصبية الأخرى مثل السيج الصامر أو العصلة الخلقانية - الحنجرية. حيث يلجأ بعض المتكلمين الذين فقدوا حناجرهم (انترعت حناجرهم) إلى مصدر صوتي صناعي يمكنه حنجر الرقعة ويستج هذا صوتاً بحاصية أو حرس صعي لي

تعتمد اختلافات الحاصية على أنماط مختلفة من دبنة الحبال الصوتية حيث يمكن إصدار الصوت التنهسي (Breathy) الذي كان مشهوراً عند بعض نحوم السينا والمشاهير في الخمسينيات من خلال الفشل في حر الحبال الصوتية على نحو كافٍ كما هي الحال في إصدار الصوت الطبيعي وتكون الحبال الصوتية متقاربة على نحو يمكنه من، الأهرار، لكن صوت الهواء المسنمر المطرود من الرئتين يصحب الموحة الصوتية المتحركة نوابل من دفعات الضغط الهوائي الصغيرة. وسب الصوت الأحش (Hoarse) هو شبد في الحبال الصوتية. وعندما تنفتح الحبال الصوتية وتلتهب، كما هي الحال في التهاب الحجرة أثناء البرد، يصح الصوت أحش ويمكن للحشاشة أن تكون دلالة على أدنى أو حبل صوتي؛ إما سب تور شديد تعرض له الحجرة يسب انصافاً فرجياً، أو سب افه أو مرض نصب العصاريف الطرحهارة التي نصرت بعضها بعضاً بعض، أو من لاستخدام الرائد للصوت كما يحدث كثيراً عند النساء، وعند بعض الرجال، أحياناً، مما شأ عنه عميدات على طول الحبال الصوتية ولا يمكن شديب الأصوات دت انترددت لمحفظة حداً التي سمى، أحياناً، الخشخشة الصوتية، (Vocal Fry) أو الصوت الصريري (مصطلح لاذا فوحد) Creaky Voice، إلا أنها تساعد على الوصح، ونظهر ما يحدث أثناء الدبنة الصوتية فهو شددت حنجرتك وددت حالك الصوتية تردد محفص للعبية، لأمكنك، عندئذ، أن نسمع الطلقات الإفراديه للصوت المتحرك مع كل دفقة من الهواء.

إن إحدى خاصيات بعض الأصوات المتعلقة بالحرس هي الطريقة التي يبدأ فيها بعض المتكلمين الدببة الصوتية، ويتطلب الاستعداد الأمثل للصوت أن تكون بداية الدببة تدريجية وبذلك تبنى سعة الموجة من خلال الدورات الأولى القليلة معو الشدة المطلوبة. يبدأ بعض المتكلمين الصوت بما يسمى الهجوم المزماري (أو أحياناً هجوماً مزمارياً خشناً). يحدث هذا عندما تكون الحبال الصوتية مشدودة بقوة قبل بداية الدببة مباشرة. وتبدأ الدورات الأولى من الدببة بسعة كاملة (عالية)، وتحدث عندئذ، دفقة هوائية مشابهة لدفقة الصوت الإنعجاري /b/ أو /g/. ولكنها تصدر في المرمار. ويرمز لها بـ [ʔ]. فبدلاً من قول [ai] يصدر الشخص [ʔai]. وقد رار المغني الأمريكي المشهور بيلافونت (Harry Belafonte) المستشعى عدة مرات وهو في قمة شهرته لإزالة العقد الصوتية من حباله الصوتية التي سببها الهجوم المزمري. وقد أظهر (هيروس Hirose) و (حي Gay) أن الهجوم المزمري ترافقه زيادة في نشاط العضلات الحلقائية - الطرحةارة الحاسية التي تصعظ على مركز الحبال الصوتية - أنظر الشكل (4.49)



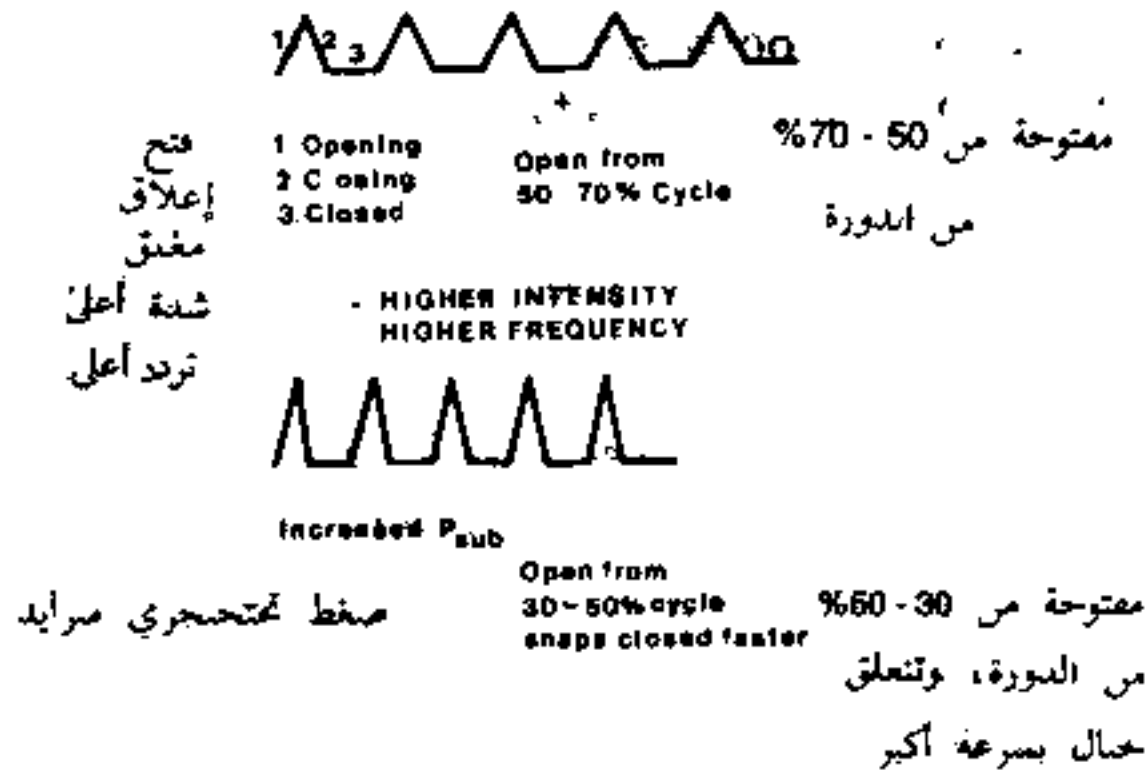
الشكل 4.49: مقارنة بين أنماط نشاط العضلة الحلقائية - الطرحةارة الجابية (LCA) في أنواع مختلفة من الهجوم - أشير إلى بداية الصائت بـ «O». يكون أول النشاط في الهجوم المزمري (الخط المتقطع)، يليه الهجوم المزمري (الخط المنقط)، ويأتي في الدرجة الأخيرة الهجوم الصائت المهموس (الخط الصلب).

Relationship between Frequency and Intensity

العلاقة بين التردد والشدة

لقد رأينا أنه يمكن زيادة شد الحبال الصوتية من خلال زيادة ضغط الهواء التحتجري وترك كافة الأشياء الأخرى ثابتة إلا أنه، على أية حال، إذا ارداد الضغط الهوائي التحتجري من دون تعديلات عضلية في الحبال الصوتية، فإن الشدة، وكذا التردد الأساسي، سوف يزدادان. ولو أن شخصاً يصدر نغمة ثابتة ولكم بلطف على معدته، فإن جهازة النغمة لا ترداد محسوب، بل ترداد طاقة صوتها أيضاً. ويمكن أن يكون مبعث ارتفاع طاقة الصوت توتر انعكاسي (لا إرادي) في الحبال الصوتية أو اريداد ضغط الهواء التحتجري الذي شأ عنه إغلاق الحبال الصوتية بسرعة أكبر بسبب مبدأ برنولي، وعندما يتكلم إنسان، وهو في نهاية نفسه، فإن (F_0) يهبط على نحو طبيعي، وتهيض الشدة أيضاً بحوالي 2-7 هرتز في السنتيمتر من نقص في H_2O لكنه يمكن للمكلم على أية حال، أن يعكس هذا الانسجام فلو أراد مطرب أن يريد الشدة، ويبقى على (F_0) ، فإنه يجب عليه، عندئذ، أن يخفف مقاومة الهواء في الحبال الصوتية إما بإرخاء العضلة الحلقائية - الدرقية إلى حد ما وإما بتخفيف التوتر العضلي الداخلي من خلال إرخاء العضلة الحلقائية - الطرجهارية، وعلى نحو مماثل أيضاً فإنه عند السؤال "Are you sure" يجب على المتكلم، كي يشير إلى صيغة السؤال تردد أساسي صاعد، أن يعمل على عكس الهبوط الطبيعي في التردد في نهاية المجموعة التنفسية من خلال زيادة نشاط العضلة الحلقائية - الدرقية، أو شد الحبال الصوتية، وعليه في الوقت نفسه أن يصاعف نشاط العضلات الير صلبية الداخلية كي يعطي سرة إصافية للكلمة (sure)

إن سبب الشدة الصوتية هو المقاومة الكبيرة (بوساطة الحبال الصوتية) لسار الهواء المتزايد؛ حيث تفتح الحبال الصوتية على نحو أوسع مما يسمح لدفع كبيرة من الهواء تحرك هي نفسها موجة ضغطية صوتية سعة كبيرة ولا تفتح الحبال الصوتية على نحو أوسع في كل دورة من الددنة في الشدة المتزايدة؛ ولكنها تبقى مجرورة باتجاه محورها لقسم أكبر من الددنة في كل دورة. يظهر الشكل (4.50) مخططاً بيانياً للتغيرات الحاصلة في الحبال الصوتية مع التغيرات الحاصلة في شكل الموجة



الشكل 4.50 مخطط بياني لحركة الحبال الصوتية أثناء الجهر تنفي الحبال الصوتية، في حالة الصعظ الهوائي التحتججري المرتفع، معلقة لقسم أكبر من الدورة الترددية، وتعلق بسرعة أكبر وبالتالي تردد لشدة بالإصاصة إلى التردد

Summary

الخلاصة

لقد رأينا أن عملية البطق عملية «ديناميكية» تتغير أثناء الكلام الحارفي في مستويات الشدة والتردد والجرس. وتنتج العملية الصوتية تيار سمعي سريع مؤلف من سكوك، وأصوات دورية وصجيج ويتمتع التغير من حالات الخهر وإليها وعدمه بصعوبة بالغة بالنسبة للمتكلمين. ونتيجة لذلك، يبدل المتكلمون العاديون خطوات الجهر فعلى مسيل المثال نقول [kæts], cats) - (س) مهموس (لا ترافقها ديدة في الحبال الصوتية)، ولكننا نجد من الأسهل، بعد صوت المحارفي مجهور، الاستمرار في ديدة الحبال الصوتية، وبغير (س) إلى (ر) كما في ([dogz], dogs)، ومثال عدم قبول هذه الرعة أو الميل ما يجده في لفظ [gasddlin] بدلاً من [gasddlin] في كلمة (gasoline) ومثال آخر للصعوبات الموروثة في التغير السريع من حالات الجهر إلى عدمه يجده عند المصايير بالفأفة ويكمن القسم الأكبر من الفأفة في عدم المقدرة على التسيو السهل والساعم

للشاطر العضلي اللارم لفعل هله اللفلفلف السرففة ففمكر لللفلف الذي فماول فطق
إسمه (Sam)، أن فطول [s] وفقول [s:am] أو أن فكرر [s.s.s-s] والحق أنه لا ففأفء
[s]، بل ففصدر [s] على فحو ففء ولكنف ففشل فف الفلفل السرفف الفاعم لللفف الصائف
[s]

فمجب ففسفق الفطق مع الفففف فمجب رفبب الأوامر الفرففة الفافمة إلى الفففره
ففلك الفافمة إلى الففار الفففف ففءما فافء ففساً للففلف؛ فففف المرمار سرفة قل
أن ففوسف الصفر، وءءما ففءف الفبال الصوففة من أجل الففر، ففزامن الففل مع
الرفر ففماً فلففف الفءول (4.3) مفطومة الفوافف فف ففءة الفبال الصوففة من
الفففف الفصففة إلى الففائف فف صفف الفواء والفرفف. ففءه الأسفم من الففار إلى
الففرم للإشارة إلى الففءفلف الفصففة، فففا ففءه من الففرم إلى الففار فف فافة القوف
الفرففة - الفوائفة

الفءول 4.3 مخطط ففاف فلففف الأفءاف أفاء الففر
فمف المفففرفف المسفءمة فف هفا الفءول الأفف . PCA = الفصف
الفلفائف - الفرففارفه الفلففة IA - الفصف الفرففارفه الوسطف
LCA = الفصف الفلفائف - الفرففارفه الففاففة VOC - الفصف
الصوففة CT = الفصف الفلفائف الفرففة

الأعصاب الثانوية	العضلات	حركات العضلات	ضغط الهواء	حركة الهواء
القشري العاشر (المهم العاشر) (المهم العاشر) الفرع اعنادر	→ PCA	فتح الحبال الصوتية	→	يحدث الهواء في الرئتين عن طريق الحنجرة
	→ A	قبل توسع المصدر انجذاب الحبال الصوتية	→	
	→ LCA	صوت متعصف الحبال	→	
	→ VOC	صوت حقيقي (جوهري)	→	
	→ CT	بوتر طولاني	→	
القشري العاشر (المهم العاشر) الفرع الخارجي للعصب الحنجري		متفتح الحبال الصوتية	→	متحرك معك (دفعه) من الحفرة
		تنجذب الحبال الصوتية بحر محورها ثاني	→	
		صوت الحبال الصوتية	→	ينقطع ببار الهواء تتسدد دفقة الحزن من الهواء

Articulation and Resonance

النطق والرنين

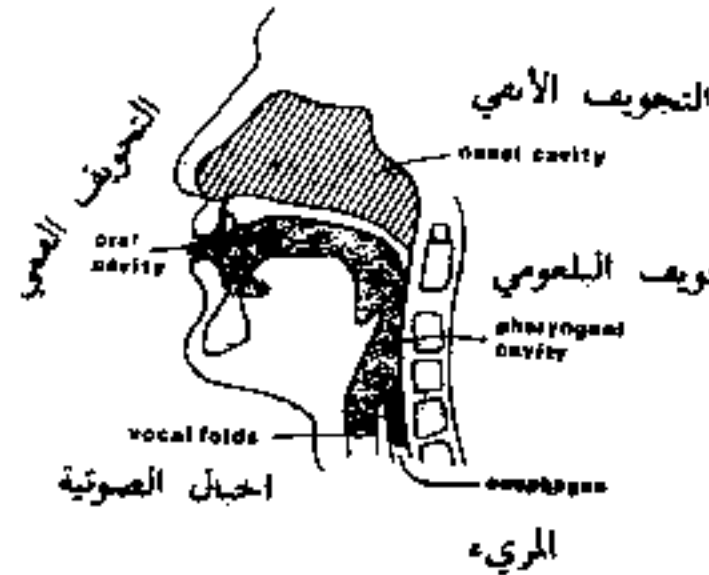
دعنا نستعد ما ذكرناه مقدماً، يمكن للهواء الخارج من الرئتين أن يخرج من الحنجرة ويزودنا بالقدرة اللازمة للأصوات الصادرة فوق الحنجرة كما في الصوت المهموس (s)، أو أن يقطع إلى قطع هوائية صغيرة في الحنجرة المتذبذبة مسبباً إصدار صوت دوري. ومهما يكن فإن الصوت أو الأصوات، بعض النظر عن مصدرها كان في الحنجرة أو فوقها (الفم)، تخضع لعملية تحويل في مرئيات المحرى الصوتي وتشر كلمة «نطق» في المصطلحات الصوتية إلى حركات اللسان، والبلعوم، والحنك، والشفاه، والحنك من أجل إصدار الأصوات الكلامية بينما يشير المرئان، في هذا السياق، إلى استجابة حزئيات الهواء الصوتية (السمعية) داخل الفجوات الأنفية، الفميه والبلعومية لمصدر صوتي ما يمكن تحريك الهواء استجابة لصوت من البلعوم، أو لصوت أصدر في الفجوة الفميه. ومنزى أن حركات أعضاء النطق ضرورية من أجل إصدار الأصوات في المحرى الصوتي نفسه، ومن أجل تعبير الصفات المرئية السمعية للمحرى الصوتي أيضاً

The Vocal Tract: Variable Resonator : المجرى الصوتي

And sound Source

مرئان متغير ومصدر صوتي

يصم المجرى لصوتي كل الممرات الهوائية فوق الحنجرة؛ من الحنجرة وحتى الشفاه أنظر الشكل (4.51)



الشكل 4.51 مقطع في الرأس يظهر تجاويف المجاري الصوتية الرئيسة

والمجوات المرتبئة الكبيرة هي الصحوة اللعوميه، والصحوة العميه، والصحوة الأنفيه عندما تكون مفتوحة. تكوّن أمكنة الهواء بين الشفاه والأسنان والخلود الصحوات الوجيه. وكذا يكوّن داخل الخجرة والرعامى مرانوات أيضاً ولعلك تتذكر في الفصل الثالث أن الأبائيب المليئة بالهواء تزل ترددات معيه تعتمد على كونهما مفتوحة من أحد طرفيها أو كليهما، وعلى طول الأنبوب، وشكله، وحجم الفتحة وإسما يعرف أيضاً أن للأجهره الموسيقيه مرانوات تكبر وتصمي الصوت وتروود الأجهره الموسيقيه ذات الأوتار بصاديق مراناة تتدرج في الحجم كي تصمي صمات مختلفه على الموسيقياً فعل سبيل المثال. تركز هجوة الفيول الكبيره المراناة، أو تؤكّد، الترددات المنخفضة في الصوت المركب، في حين تؤكّد الصحوات المراناة الصغرى في الكلمات الترددات العليا. وسعة المرنان الصوتي الإنساني الأساسية هي أنه يمكن تعبير شكله يمكن تعبير أشكال الصحوة من خلال حركات أعضاء الطوق. وإن عملية تقديم اللسان ورفعها تحدث منطقة صغيرة في الفجوة العميه، ولكنها توسّع منطقة الفجوة العميه، بسما تصيق منطقة الفجوة اللعوميه إن إغلاق الشفتين ومذهما إلى الأمام يطول المحرى الصوتي مسبباً إيجاد مرنان منخفض التردد أيضاً.

الأصوات المصدرة **Sounds Produced**

إن الأصوات الكلامية التي يحدثها بالصوائت، والصوائت المركبة، والأنفيه وأشياء الصوائت هي نتيجة تصمية الموجة الدورية الصادرة في الخجرة أثناء مرورها في المحرى الصوتي الذي يعبر شكله وحجمه، ومن ثم يعبر تردداته الرئيسية في كل صوت. إن تغيرات الصحوة والتعيرات الرئيسية هي التي تجعل الأصوات متميزة والأصوات التي تصدر عند الشفتين دورية بسبب حركات الحبال الصوتية المتكررة

ويمكن للمجرى الصوتي أن يكون مصدر أصوات عديدة أخرى فالأصوات الصادرة في قسم المحرى الصوتي العلوي هي أصوات لا دورية وأحد أصناف هذه الأصوات هو صنف الأصوات العابرة الناتجة عن حس التيار الهوائي، وإفلات ضغط الهواء المحجور بعد ذلك، كما هي الحال في الوقف الصامت /v/، ويستعمل مصطلح الانفجاري أيضاً اعترافاً بطبيعة الدفقة الهوائية الانفجارية.

وهناك صنف ثانٍ من الأصوات اللادورية تصدر في المجرى الصوتي، ويمكن

تسميتها بالأصوات الصحيحة يتم إصدارها من خلال حمار لتشار لهوائي على المرور من فتحة صلبة، ومن ثم إصدار اضطراب ضجيجي تستقر هذه الأصوات مدة أطول من الدفقات القصيرة الحادة في أصوات الوقف ومثال هذه الأصوات /s/ و /f/

Combined Sounds

الأصوات المركبة

يمكن لمصادر الأصوات الكلامية أن تتركب وتتجمع بعدة طرق. ويمكن لإغلاق صوت وفه أن يجتمع مع إطلاق صوت مهموس أو احتكاكي أو إفلاته والحصول، بذلك، على الصوت الوقفي - الإحتكاكي (affricate) /tʃ/ ويمكن لمصادر الصوت العلوي في المجرى الصوتي، في أصوات الوقف، والاحتكاكيات، والأصوات الوقفية - الاحتكاكية، أن تتجمع مع الجهر (ذبذبة الحبال الصوتية) وتصدر، عندئذ، الأصوات المجهورة كما في /dʒ/، /tʃ/ أو /dʒ/، وبذلك يكون هناك مصدران لهذه الأصوات أحدهما في الحنجرة والثاني في الفجوة القمية وفي كل هذه الحالات من إصدار الأصوات الناتجة في المجرى الصوتي تعمل فحوات المجرى الصوتي على رنين هذه الأصوات أيضاً ولذلك، فإن المجرى الصوتي هو دائماً مرنان، وهو عالياً مصدر للأصوات أيضاً. أنظر الجدول (4.4)

الجدول 4.4

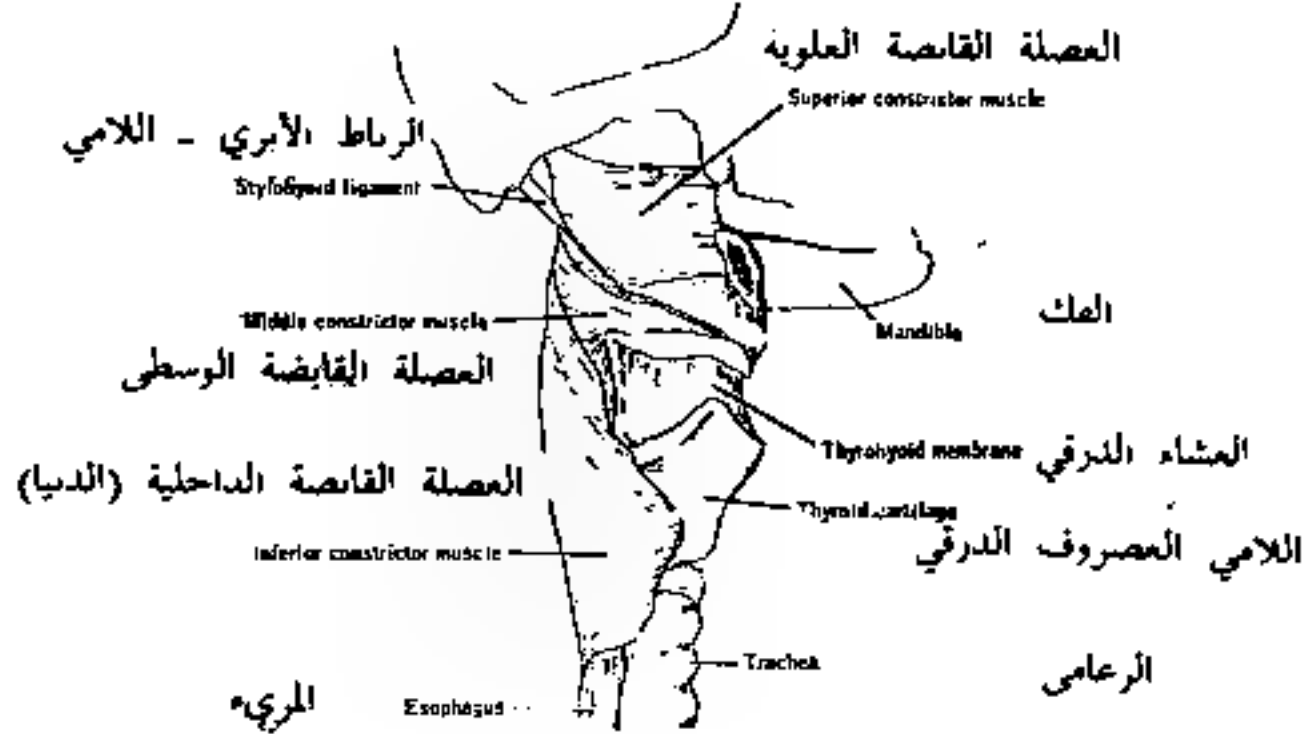
مصادر الصوت الكلامي

أمثلة	الأسلوب	الصوت	المرنان	المصدر
/t/ /u/	الصوائت	دوري	المجرى الصوتي	الحبال الصوتية
/tʃ/ /ow/	الصوائت الشائبة			
/w/ /y/	أشياء الصوائت			
/m/ /y/	الأصوات الأنفية			
/p/ /k/	أصوات الوقف	لا دوري	المجرى الصوتي	لمجرى الصوتي
/s/ /ʃ/	الاحتكاكيات			
/tʃ/	الوقف - الإحتكاكي			
/d/ /g/	الوقف - المجهور	مزيج من الدوري	المجرى الصوتي	الحبال الصوتية
/z/ /v/	الاحتكاكي المجهور	واللا دوري		والمجرى الصوتي
/dʒ/	الوقف - الاحتكاكي			

سنناقش، بعد وصف المجرى الصوتي، أصوات الانجليزية. سيبدأ بأكثرها فتحاً للمجرى الصوتي وأكثرها رنيناً (الصوائت، الصوائت المركبة، وأشياء الصوائت)، ونتقدم بعد ذلك لمناقشة الأصوات التي هي أقل من الأولى رينياً والتي تتمتع بمجرى صوتي صيق نسبياً (الأصوات الأنفية)، أصوات الوقف والاحتكاكيات. وسنناقش، في كل صنف من هذه الأصوات «فيزيولوجيا» إصداره والنتيجة السمعية أيضاً

علامات المجرى الصوتي المميزة Landmarks of the Tract

يؤلف أنبوب عصلي يعرف بالبلعوم قسم المجرى الصوتي الخلفي. وتقسم العضلات، حسب موقعها، على ثلاث مجموعات (الشكل 4.52): العضلات القاصصة الداخلية، وهي على مستوى الحجرة، والعضلات القاصصة الوسطى وتبدأ في منطقة عالية في الخلف وتنزل إلى مستوى العظم اللامي، والعضلات القاصصة العليا وتمتد من مؤخرة البلعوم ومستوى الحنك إلى مستوى الفك السفلي.



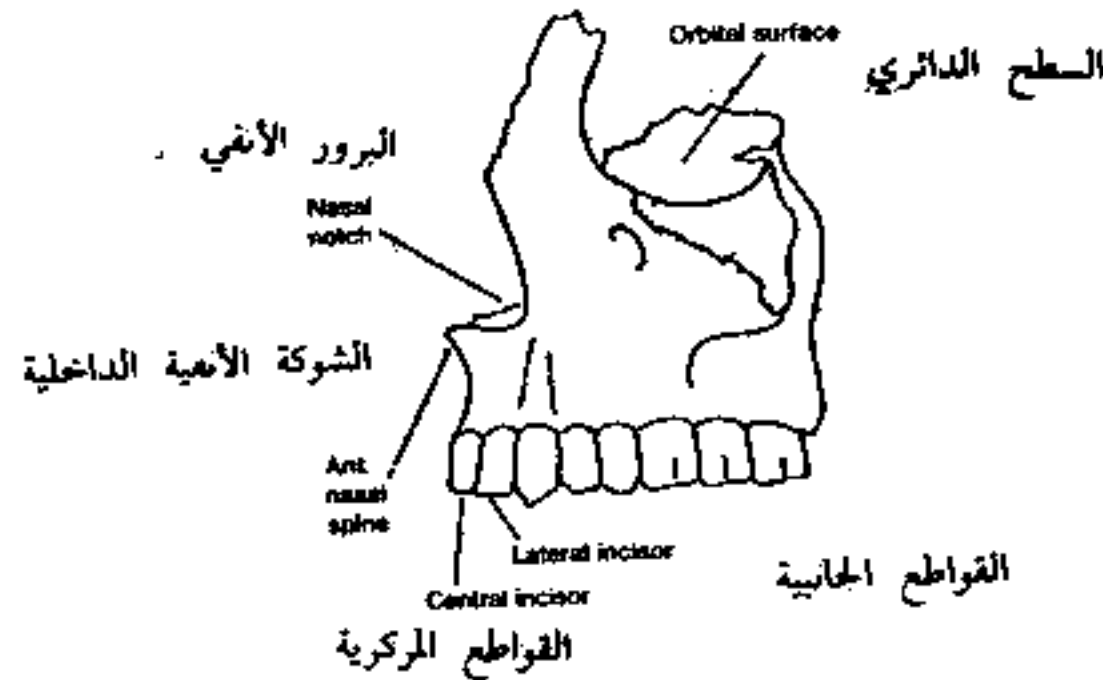
الشكل 4.52 مظهر جانبي لعضلات البلعوم القاصصة

يصيَّق انقباض العضلات القابضة الفجوة البلعومية، ويسب ارتخاء هذه العضلات توسع الفجوة البلعومية، وتفتح الفجوات الأنفية، والفمية والحجرية على الفجوة البلعومية وتسمى الأقسام البلعومية خلف كل تجويف بالبلعوم الأنفي، والبلعوم الفمي والبلعوم الحنجري على التعاقب. أنظر الشكل (4.51)

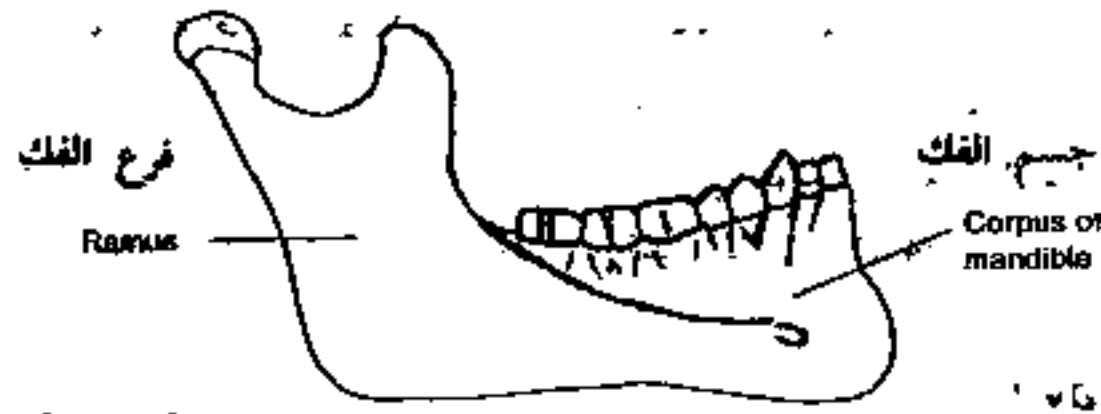
Oral Cavity

التجويف الفمي

يحاط التجويف الفمي من الأمام والأطراف بالأسنان الموجودة في الروائد اللثوية لل الفك العلوي، الشكل (4.53) والفك السفلي الشكل (4.54). وأكثر الأسنان أهمية بالنسبة للكلام هي القواطع، وهي الأسنان ذات الأطراف المسطحة القاطعة في مقدمة الفم. هناك قاطعتان مركزيتان وآخرتان جانبيتان في كل فك، وتستخدم مع الشفة السفلى، أو اللسان، أو فيها بينها لخلق تضييق في إصدار أصوات مثل /s/ و /z/

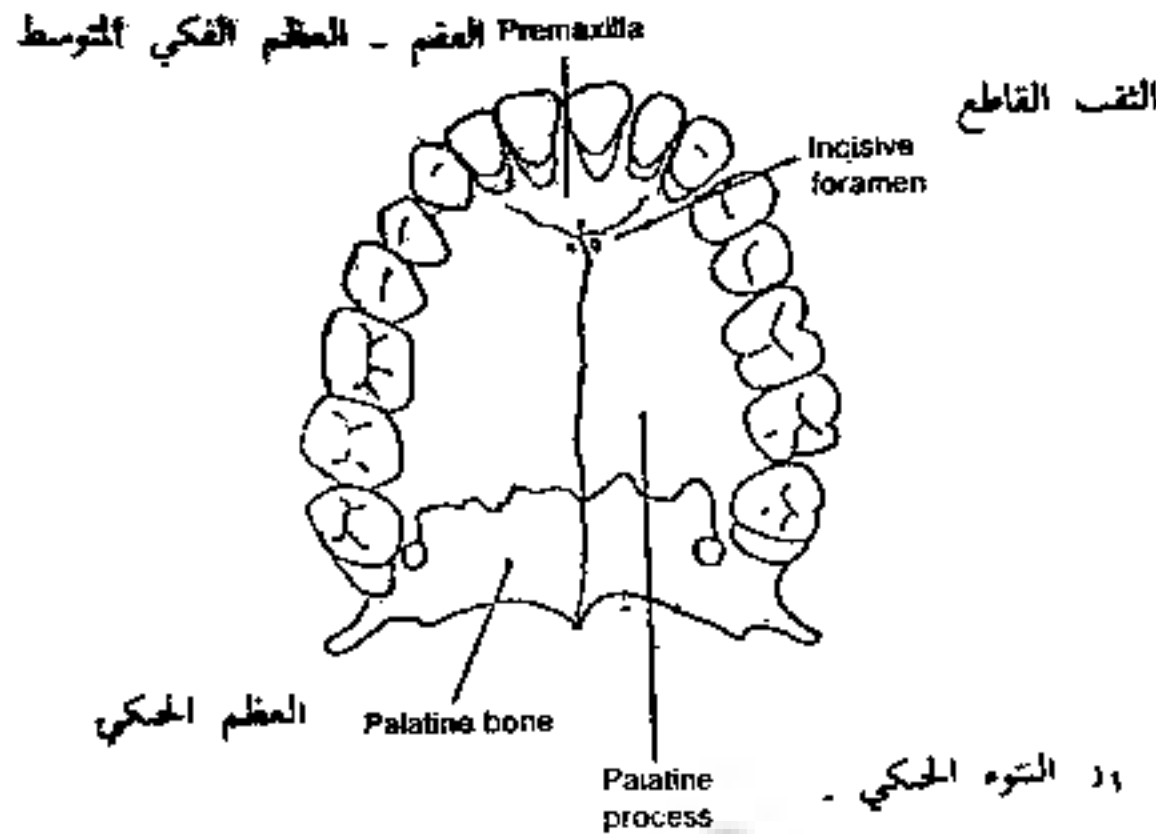


الشكل 4.53 - الفم (الفك العلوي)، مع القواطع كما وأشار إلى سطح تجويف العين السفلي



الشكل 4.54. الفك بجزئيه الرئيسيين الفرع، والجسم

يتألف سقف التجويف الفمي من الخنك القاسي الشكل (4.55) والحنك الرخو أو اللهاة. يشكل التوء الحنكي للعظم الفكّي الأعلى ثلثي داخل الخنك القاسي، بينما يؤلف ثلثه الباقي قسم من العظم الحنكي. علامة هامة في الخنك القاسي هي القسم الخارجي من التوء السنخي، وتسمى الحافة السنخية ويمكنك تحسس الحافة السحبية كالف اللثوي خلف القواطع العليا. وتؤكد أصوات كثيرة أو ترون نتيجة أعمال اللسان وعلاقتها بالحافة اللثوية العليا هذه.



الشكل 4.55. الخنك القاسي مع رائدة العظم الحنكية والعظم الحنكي

The Velum

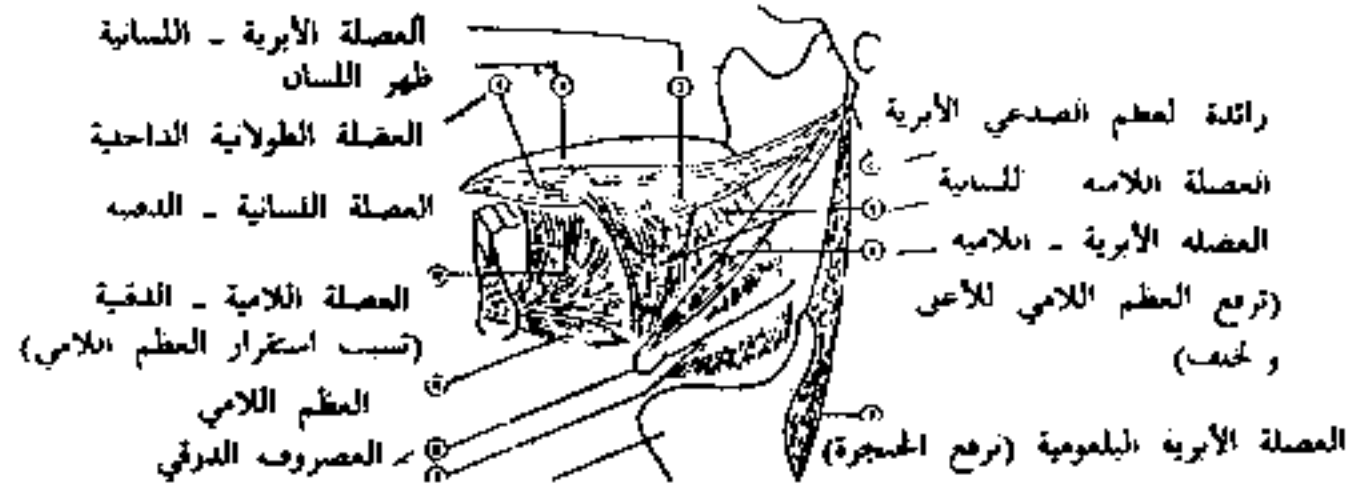
اللهاة

تمتلك اللهاة أو الحنك الرخو عضلة خاصة مستقلة تسمى العضلة اللهاة. يمكنك رؤية اللهاة وهي معلقة في مؤخرة فمك عندما تنظر إلى المرآة. يتألف قسم اللهاة الأكبر، على أنة حالي، من عضلة عريضة تداحل أطراف اللهاة من العظم الصدعية خلف كل طرف وفوقه، وتسمى هذه العضلات بالعضلات الحنكية الراقعة واسمها مناسب تماماً، لأن وظيفتها هي رفع الحنك الرخو، ومن ثم إغلاق التجويف الأنفي في الأعلى (انظر الشكل 4.81 في الأمام) وعندما تنقبض العضلات الحنكية الراقعة، يرتفع الحنك الرخو إلى الأعلى والوراء باتجاه حدار البلعوم الداخلي يحدث هذا العمل (الإغلاق اللهاة - البلعومي)، نوعاً ما، في معظم الأصوات الكلامية الانجليزية. تحتاج الأصوات الانجليزية الأنفية الثلاثة (/m/, /n/ و /ŋ/) إلى رين أنفي ومن أجل هذه الاستثناءات، يفي المجرى المتوحه نحو التجاويف الأنفية مفتوحاً بفعل إرخاء العضلات الحنكية الراقعة

The Tongue

اللسان

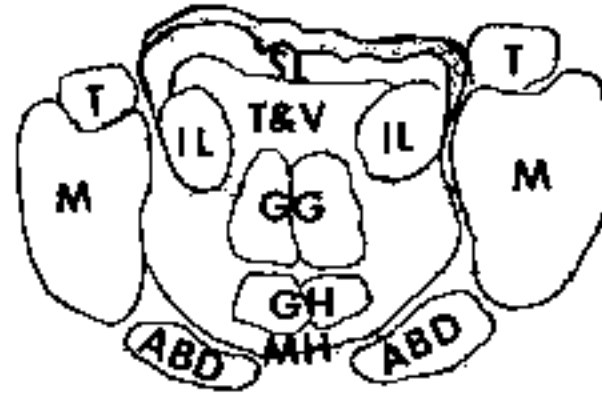
يتألف معظم قاع التجويف الفمي من كتلة عضلية ثلاثية الأبعاد تسمى اللسان ويمكن للسان أن يتحرك - ككتلة في ثلاثة اتجاهات: إلى الأعلى والخلف، إلى الأسفل والخلف، وإلى الأعلى والأمام. تتمكن عضلات اللسان الخاصة من تحريك جسم اللسان في الخيرات العميه والبلعومية بسبب اتصالاتها بخارج اللسان (الشكل 4.56).



الشكل 4.56 مخطط بياني جانبي يوضح عضلات اللسان الجوهرية، وبعض التراكيب الأخرى

وتتصل العضلات الأبرية - اللسانية بتوء العظم الصدغي الأري وتجري الألياف العصبية إلى الأمام والأسفل داخل أطراف اللسان يؤدي انقاص العضلات الأبرية اللسانية إلى حر اللسان للحلق والأعلى وهذه الحركة مهمة في مثل أصوات /a/ في «sure» وتتصل العضلات اللامية - اللسانية بالعظم اللامي، وتجري الألياف العصبية في صحيفة رقيقة إلى الأعلى نحو قاعدة اللسان الحسية يؤدي انقاص العضلات اللامية - اللسانية إلى انقاص اللسان ومراجعته تمتلك الأصوات /a/ و /ɔ/ مواقع لسان حنكية وتتصل العضلات الدقنية - اللسانية بداحل الفك السفلي عند العمود الفقري الأعلى وتتورع الألياف العصبية إلى الأعلى والخلف على نحو مروحي منحرفة طول اللسان بكامله، وإلى الأسفل بما في ذلك العظم اللامي يجذب انقاص العضلات اللسانية - الدقنية العظم اللامي وحرع اللسان إلى الأمام مما يسمح لمقدمة اللسان بالتحرك إلى الأمام والأعلى إن وضع اللسان في موقع عالٍ متقدم ضروري للأصوات مثل /a/ في

فيما تقرر العضلات الخارجية موقع اللسان العام، تقرر العضلات الخاصة باللسان شكله الشكل (457)



الشكل 4.57 مقطع أمامي للسان يشار إلى عضلات اللسان الحنكية على النحو الآتي
 SL = العضلات الطولية العليا T و V - العضلات العمودية والمستعرضة IL = العضلات الطولية السفلى GG = العضلات اللسانية - الدقنية GH = العضلات اللامية - الدقنية MH = العضلات اللامية الحنكية ABD = جزء العضلة ذات الطيبين الداخلي
 T = الأسنان M = الفم

تتألف العضلة الطولانية العليا من عدة ألياف عضلية تمتد من مؤخرة اللسان إلى مقدمته، يؤدي تقلص العضلة الطولانية العليا إلى أحياء رأس اللسان نحو الأعلى. بينما تعمل العضلات الطولانية السفلية، التي تمتد من مؤخرة اللسان إلى مقدمته على طول وجهه السفلي، على تجميع مقدمة اللسان. يقع قسم كتلة اللسان الأكبر بين العضلة الطولانية العليا والعضلة الطولانية السفلى. تتشابه الألياف العضلية التي تمتد من وسط اللسان إلى أطرافه (العضلات العمودية) مع الألياف العضلية التي تمتد من وسط اللسان إلى أطرافه (العضلات المستعرضة). تعطي عضلات اللسان الوسطى مجتمعة أشكالاً للسان المختلفة.

The Lips

الشفاه

تتمزح العديد من العضلات الوجهية مع ألياف العضلة المدربة الفموية التي تحيط بالشفيتين (الشكل 4.58) إذ انقاص العضلة المدارية الفموية ضروري لأغلاق الشفتين من أجل إصدار الأصوات الشفوية /p/، /b/، أو /m/، أو التقريب بينهما كما في /w/ أو /w/.



الشكل 4.58 العضلات الوجهية. أشير إلى موقع العضلة المدربة الفموية

النظرية السمعية لإصدار الصوائت Acoustic Theory of vowel production

كتب شييا (Chiba) وكاجياما (Kajiyama) عام 1941 بحثاً كلاسيكياً عن اشتقاق الصائت السمعي . وقد حسب كرانداال (Crandall)، من مختبرات بيل، معتمداً على عمل فان هيلهمولتز المذكر وبعض من الآخرين، وبين المجري الصوتي في عدة صوائت من خلال تطبيق قوانين سمعية لمربانات مزدوجة من معادلات حسها ريلاية (Rayleigh) عام 1896. فقد قاس شييا وكاجياما المجري الصوتي من خلال صور شعاعية، مستخدمين صيغ كرانداال، وحسب ترددات المربان الواحد الرئيسية والمربانات المزدوجة لأحجام متشابهة. وعندما تصادفت الترددات المحسوبة مع ترددات صوائت حقيقية، اعتبرت مجموعة طوكيو أنها حصلت على معلومات حول ذلك المربان. فقد ساوى بين الصائت /v/ وبين مربان مستقل؛ بينما تناظر بين /w/ و /b/ مع بين مربانات مزدوجة قدم فانت (Fant)، السويدي، دراسة متكاملة حول سمعيات الصوائت معتمداً على قياسات المجري الصوتي من صور شعاعية التقطت لتكلم روسي خلال إصدار الصوائت. وطبقت نظريته «النظرية السمعية حول إصدار الكلام» عام 1960 وتربط هذه النظرية بين مبدأ المصدر - المصفاة في إصدار الصوائت والمربانات كما هي الحال في مرسمة الطيف الصوتي. وقد وجد فانت أن أنموذج هيلمهولتز لا يصلح على نحو مناسب إلا لعدة صوائت محسب. وقد استخدم أنموذجاً ثلاثي الأبعاد طوره ستيفنس (Stevens) وهاوس (House) في تحديد التصيغ اللساني، ومقدار اقتراب الشفتين إحداهما من الأخرى وفي حساب مقاطع المجري الصوتي العرضانية. وقد وجد أنه من المناسب اعتبار المجري الصوتي، في معظم الصوائت، أسلوباً منفرداً، أما في حالة الصوائت فإن اعتباره خط بث أكثر تعقيداً ربما كان وصفاً أدق

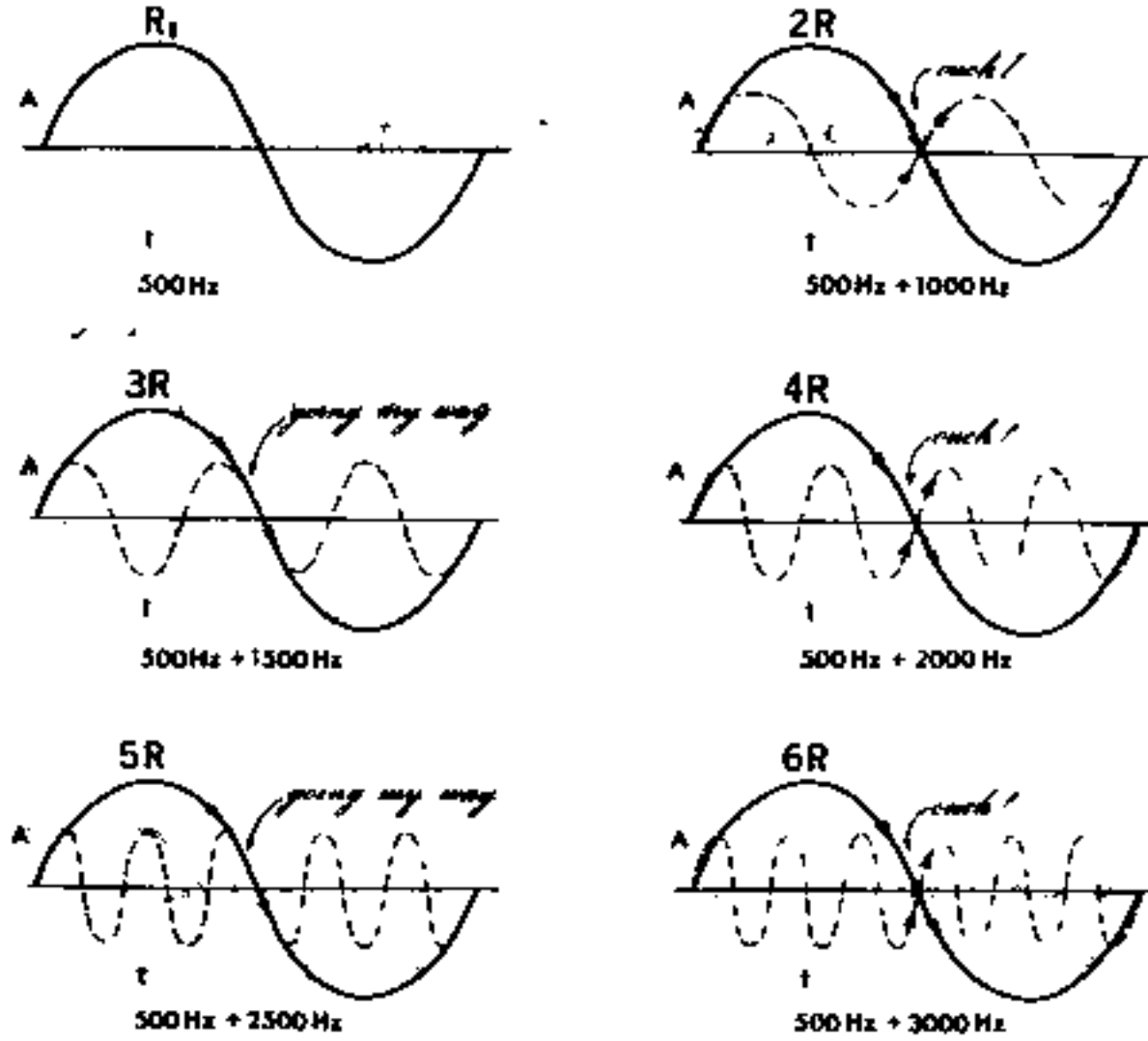
رنين أنبوب مفتوح من أحد طرفيه Resonance of tube open at one end

يشه المجرى الصوتي أثناء إصدار الصوائت أنبوباً مغلقاً من أحد طرفيه ومفتوحاً من الطرف الآخر؛ لأن الحبال الصوتية للمتكلم تبقى مغلقة، أساساً، خلال إصدار الجهر، وتبقى الشفتان مفتوحتين. وسيكون لأدى تردد طبيعي يرنّ له مثل هذا الأنبوب موجة يبلغ طولها (λ) أربعة أضعاف طول الأنبوب. ويمكن للمجرى الصوتي عند الرجل أن يبلغ حوالي 17 سم؛ وسيكون طول موجة أدنى الترددات الرنينية التي سيتذبذب الهواء داخل الأنبوب وفقاً لها 4×17 أو 68 سم ولحساب تردد اللدنية ($F = \text{طول الموجة} / \text{السرعة}$) يجب على المرء حساب سرعة الصوت في الهواء. فلو قيس طول الأنبوب بالأقدام، لوحب استخدام سرعة الهواء مقيسة بالأقدام كذلك (1135 قدماً في الثانية) في الصّيع كافة، ولأننا استخدمنا القياسات المترية يجب علينا حساب السرعة بالستيمترات (344 متراً في الثانية وبالتالي 34,400 ستيمتراً في الثانية).

$$F = \frac{C}{\lambda} = \frac{34,400 \text{ cm}}{68 \text{ cm}} = \text{about } 506 \text{ Hz}$$

$$\text{التردد} = \frac{\text{السرعة}}{\text{طول للموجة}} = \frac{34,400 \text{ سم}}{68 \text{ سم}} = 506 \text{ هرتز تقريباً}$$

حيث تمثل C سرعة ثابتة، لأن الصوت ينطلق بسرعة ثابتة في درجة حرارة ووسط ثابتين. وبذلك نرى أن أدنى تردد رنيني لمثل هذا الأنبوب هو 500 هرتز تقريباً. وسيرد وفقاً لمصاعمت هذا التردد الوترية ولماذا المصاعمت الوترية؟ إن التوافقيات الشفعية ليست ترددات رنينية مؤثرة، يوضح الشكل (4.59) اسعجام المصاعمت الوترية مع تردد الأنبوب الرنيني 500 هرتز. يتصلاّف اتجاه الموجات الصعطية واتجاه موجات الخلحلة في التقاطع صفر، بينما تؤثر الترددات الشععية التي هي مصاعمت شععية للتردد الرنيني الأساسي جزئيات الهواء بقوة عتصادة بحيث تبطل الواحدة الأخرى

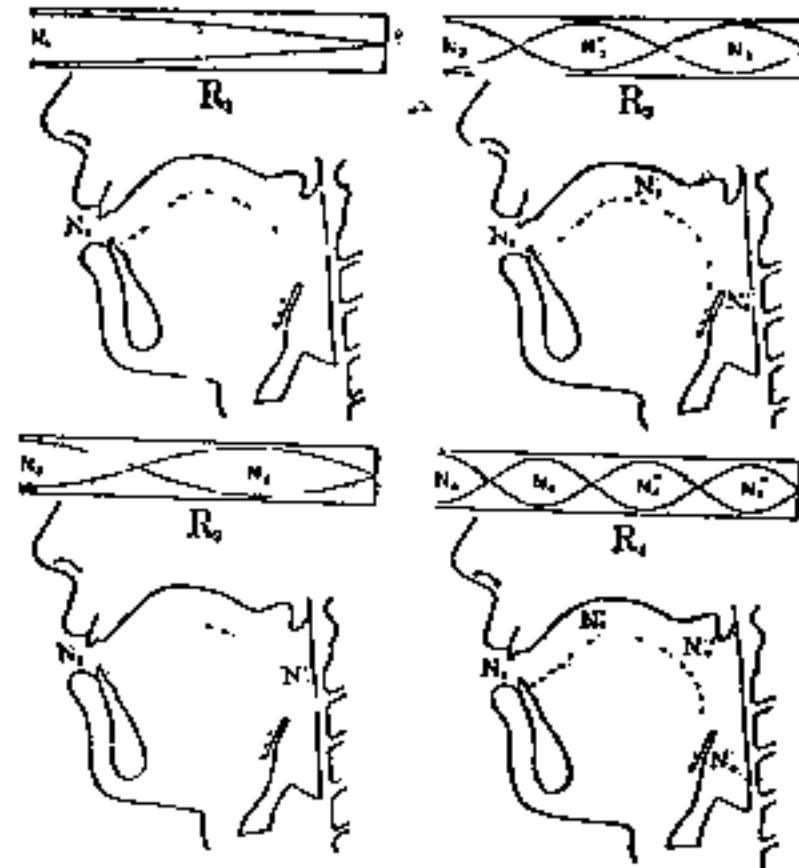


الشكل 4.59 الترددات الرسة لأسوب مفتوح من أحد طرفيه ومعلق من الطرف الآخر، فالترددات الرئيسية الشمعية ليست مؤثرة لأنها تلحق عند مدخل الأسوب (=ouch!), بينما نجد التوافقيات الوترية مسحمة. (=going my way).

رنين المجري الصوتي عند الرجل **Resonance of Male Vocal Tract**

يرى، إبدأ، أن الأنابيب تزن على نحو طبيعي بترددات معينة عندما تحت بطاقة ما، ويعتمد تردداتها على شكل الأنبوب وطوله. ويشبه المجري الصوتي الأساسي المربان النسمعي الذي وصفا. وإذ كان هاك، على أية حال، العديد من الاختلافات أيضاً لأن المجري الصوتي لا يشبه، أساساً الأنبوب القاسي؛ فبالمجري الصوتي جذران داعمه ممتصة للصوت؛ ومقطعه العرضاني غير ثابت إبدأ، لكن التشبيه قريب ومناسب لحشاها.

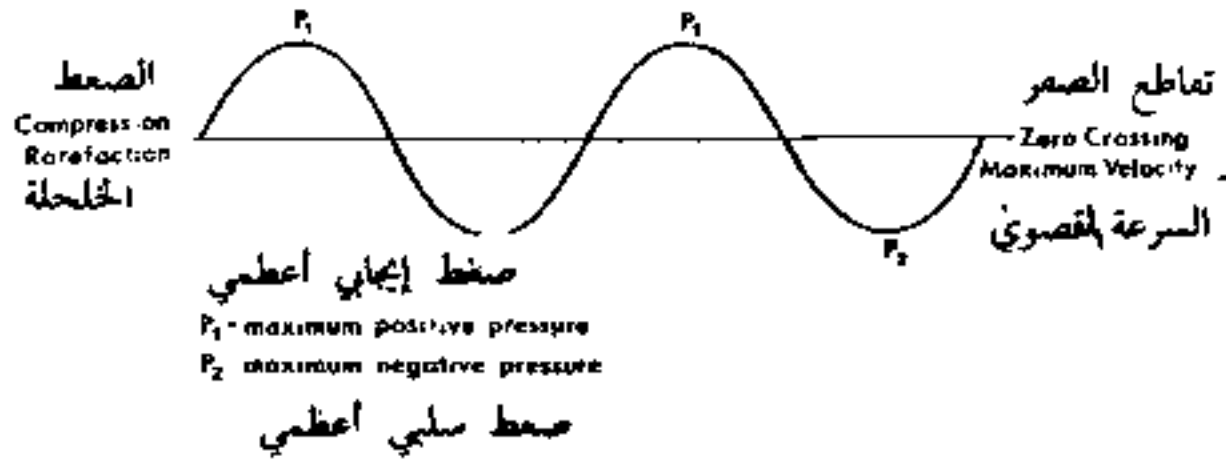
لقد وضع شيبا وكاجياما رنين أنبوب مفتوح من أحد طرفيه وقارنا هذا الرنين بذلك الرنين الذي يحدث في مجرى صوتي متسق المقطع العرضي تقريباً. أنظر الشكل (4.60).



الشكل 4.60. رنين المجرى الصوتي. (راجع النص لمزيد من الشرح). تمثل N نقاط السرعة القصوى، بينما تمثل R الرنين

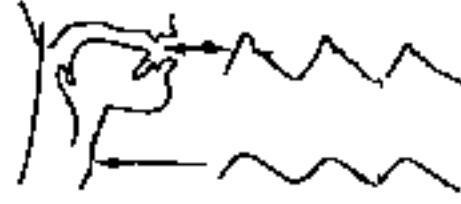
إن الرنين الأول مثل ذلك الأصوب أو المجري، كما يبدو مخططه في الزاوية اليسرى العليا، هو تردد يبلغ طول موجته أربعة أمثال طول الأصوب، ولذلك فإن ربع الموجة الضغطية يمكن أن يستحث الهواء داخل الأنبوب في أية لحظة مستقلة. ويستصل الموجة الصعطية الأولى سرعتها القصوى (N_1) عند فتحة الأصوب، أو الشفتين كما في حالة المرنان الإنساني ويكون التردد الثاني الذي تتذبذب به مرنان كالمرنان الإنساني، كما يبدو في الزاوية اليسرى السفلى، ثلاثة أمثال أدنى الترددات الرنينة. ويظهر ذلك من أن ثلاثة أرباع طول الموجة يساوي طول الأصوب وينشأ هذا نفسه، نقطتين من السرعة القصوى (N_2 و N_4)، وسيكون الرنين الثالث R_3 تردداً بموجته أقصر من الأصوب أو المجري الصوتي. إنها تساوي خمسة أمثال أدنى رنين، وبالتالي فإن خمسة أرباع الموجة

يساوي طول الأسوب، ومتحدث السرعة القصوى في ثلاثة أماكن ويساوي الربيع الرابع سبعة أمثال الربيع الأول، ومتحدث السرعة القصوى في أربعة أماكن إن نقاط السرعة القصوى مهمة لأن شياً يظهر كيف يغير الرنين تردده إذا صُيِّق المحرى بالقرب من نقطة من نقاط السرعة القصوى أو نقطة من نقاط الضغط الأقصى نذكر (الفصل الثالث: مناقشة الحركة التوافقية البسيطة) أن نقاط الضغط الأقصى تناظر عكسياً مع نقاط السرعة الدنيا والعكس بالعكس. يمكن للشكل (4.61) أن يوضح العلاقة العكسية بين الضغط والسرعة.



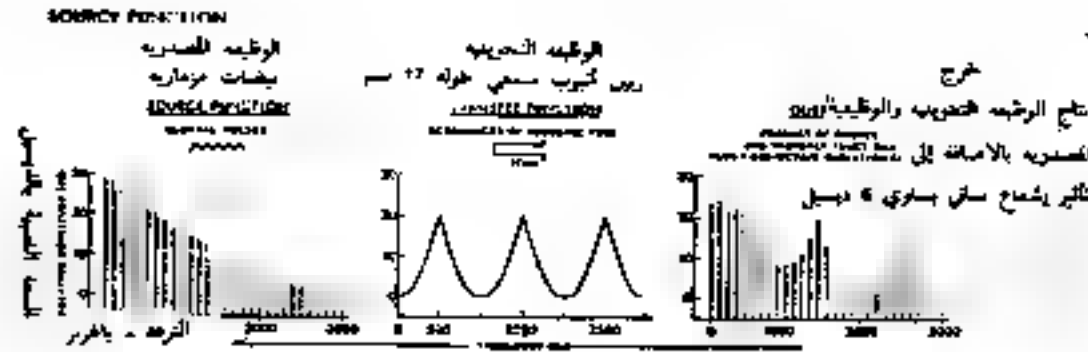
الشكل 4.61. العلاقة العكسية بين الضغط والسرعة في الموجة الجيبية يكون الضغط على أشده في النقاط P_1 و P_2 للقيم الإيجابية والسلبية على التوالي وتكون السرعة على أشدها في تقاطع الصفر و (أقل معدل للسرعة) في النقاط P_1 و P_2 .

وفي متابعتنا مناقشة المجري الصوتي غير المضيق المقطع العرضي، تخيل أن صوتاً يصدر في الحال الصوتية ويمر عبر تجويف مليئة بالهواء، ترون بترددات 1500, 500 و 2500 هرتز ويساوي ذلك الترددات الربية نفسها لأبواب يبلغ طوله 17 سم، كالذي نقلناه في الفقرة السابقة لقد قدم ستيفر وهلمس وفانت سحاً مبسطة عن كيفية تغير الصوت الصادر في الحال الصوتية باستجابة المجري الصوتي الترددية. ويمكن للطريقة المفضل في فهم التغيرات الحاصلة أن تكون من خلال مقارنة الصوت في مصدره عند المزملر بشكله النهائي عند الشفتين. ومهما تكون التغيرات السمعية الحاصلة، فإنه يمكن ردها إلى تأثيرات السك أو النقل عبر المجري الصوتي. يقارن الشكل (4.82) أشكال موجة صائت عند مصدره وعند الشفتين.



الشكل 4.62: موجة صوتية عند الشمتين وعند المرار. لاحظ أن شكل الموجة أكثر تعقيداً عند الشعاع بسبب عمل المجرى الصوتي التصوي

يجب الاستدلال على شكل الموجة عند مصدرها استدلالاً، لأنه يجب على المرء أن يدليّ مدياعاً «ميكروفوناً» إلى الحجرة ويسجل الصوت إذا رغب في الحصول على شكل الموجة مباشرة. ويبدو للوهلة الأولى كأن للصائت طاقة من الترددات العالية تفوق شكل الموجة المزمارية يمكن فهم طبيعة التعيرات الحاصلة أثناء النقل من خلال الرجوع إلى أطراف هورير وتحليل هورير، كما تذكر في الفصل الثالث، هو عملية تحليل الموجة المركبة إلى تردداتها المكونة. يمكن رؤية طيف الصوت عند مصدره (الصوت الصادر عند الحبال الصوتية) مؤلفاً من تردد أساسي (يُناظر تردد دذب الحبال الصوتية) وعدة مصاعفات أو توافقيات للتردد الأساسي. أظن الشكل (4.63) وتفاصيل شدة هذه التوافقيات كلها أرداد ترددها. فلو استطعنا سماع صوت دذب الحبال الصوتية فيكون كإزيز محمض الطبقة الصوتية. يمثل الطيف الأوسط رسماً بيانياً للترددات الرئيسية لمجرى صوتي حسست على أنها 500, 1500 و 2500 هرتز. هذه هي الترددات التي سيتذبذب بها الهواء الموجود في مجرى من ذلك الشكل والطول أعظمياً استجابة لصوت مركب آخر



الشكل 4.63 يظهر الرسم في يسار الشكل طيف مصدر زمزمري. بينما يظهر الرسم في اليمين الطيف بعد تصميته بوظيفة تحويله. نلاحظ مجرى صوتي معقد بالإضافة إلى تأثير إشعاعي. تقع الوظيفة التحويلية في منتصف الشكل

الشكل 4.63 يظهر الرسم في يسار الشكل طيف المصدر الزمزمري، بينما يظهر الرسم في اليمين الطيف بعد تصميته بوظيفة تحويله. نلاحظ مجرى صوتي معقد بالإضافة إلى تأثير إشعاعي. تقع الوظيفة التحويلية في منتصف الشكل

وعندما يست صوت كالذي في الطيف الأول في مجرى صوتي يرن تلك الترددات التي أشرنا إليها في الطيف الثاني، سيكون الناتج نتاجاً من كليهما وعلى نحو خاص، نُصفي المصدر المرماري توافقياته المتعددة وفقاً لاستجابة المجرى الصوتي الرئيسية. أما تلك التوافقيات البعيدة عن الترددات الرئيسية، فعند المقدرة، ومن ثم تتضاءل إلى حد كبير يمتلك الصوت الذي يخرج من نهاية المجرى (الشفيتين) توافقيات الصوت نفسها عند مصدره (المرمار) إلا أن سعة التوافقيات بتعبير مخيرة صفة الصوت.

إن الترددات التي وصفناها مناسبة للمجرى الصوتي عند رجل محايد، وهو مجرى مصمم لإصدار الصوت (h) كالفائت الثاني في «Sofa»، لن تكون الترددات الرئيسية للمجرى الصوتي نفسه لو كان أطول، أو أقصر، أو مختلفاً في حجمه وشكله. يختلف المتكلمون في الحجم، ويمكن للمتكلم أن يحرك شفتيه، ولسانه وفكّه متكرراً عدة أحجام وأشكال مختلفة في المجرى الصوتي. وإن أيّ تغير في المجرى الصوتي سيبدل الترددات التي ترونها التجاويف. هناك تجربة مقبلة تظهر تأثير المجرى الصوتي بوضوح مرئياً متعبراً وهي أن ترمم بقعة ثابتة، وتحرك بعد ذلك الشفتين، واللسان في سائر الاتجاهات ومن دون برجة أو تحطيط قلبي، وأن تلاحظ وتسمع التغيرات الحاصلة، يبقى مصدر الصوت عند الحال الصوتية ثابتاً؛ أما التغيرات الوحيدة فهي في أشكال المرمار. ويكتشف المرء أنه يمكنه إصدار كل أصوات الصوائت من خلال تغير شكل المجرى الصوتي بحسب.

الصوائت /a/, /I/ و /u/ Vowels /I/, /a/ and /u/

ولكي نحصل على فهم أفضل لإصدار الصوائت، دعنا نتابع الأصوات /a/, /I/ و /u/، روايا المثلث الصائت، من مصدرها في الحبال الصوتية؛ وكيف تتحول عبر المجرى الصوتي (الذي يوضح بعض التوافقيات ويضعف بعضها الآخر)، حتى تخرج من الشفتين. تسمى نتيجة دقة الحبال الصوتية السمعية بـ «الوطيعة المصدريّة»،

وتسمى النتيجة السمعية لطول عمرى صوتي ما وشكله - «الوظيفة التحويلية» ويكون الخرج عند الشفتين نتاج الوظيقتين (بالإضافة لتأثير ناتج عن انتشار الصوت عند الشفتين) والوظيفة المصدرية مستقلة كثيراً عن الوظيفة التحويلية. فعلى سبيل المثال، يمكنك أن تتحد شكلاً ثابتاً للمجرى الصوتي وأن تصدر صوتاً ذا ترددات أساسية مختلفة. فعندما تعي الصائت /i/ متدرجاً نحو الأعلى في السلم الموسيقي، تدرك تماماً محافظتك على المربان المناسب للصائت /i/ في كل نغمة، بينما نجد أن مصدر الصوت يتغير. وعندما يتغير المصدر يحدث هناك اختلافات يختلف التردد الأساسي، وتختلف مواقع نوصع التوافقيات، كما ناقشنا قبل في بحث السطوق (أنظر الشكل 4.55) وعلى الرغم من هذه الاختلافات، فإن رين المحرى لصوتي يبقى ثابتاً

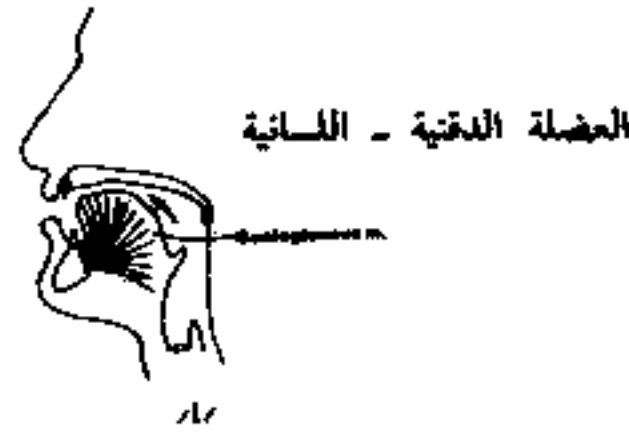
الصائت الأمامي غير المدور High, Front, unrounded Vowel

يتميز الصوت /i/ في كلمة /key/ بطاقة ترددية رنينية عالية في التجويف الفمي ومن أجل الحصول على رين له مثل هذه الترددات العالية، يجب جعل التجويف الفمي صغيراً وهذا هو معث رفع المتكلم لسانه نحو الحافة السحبية. يشغل جسم اللسان معظم التجويف الفمي تاركاً حجماً صغيراً من الهواء كي يرن (الشكل 4.64).



الشكل 4.64 تظهر الزاوية اليسرى صورة جانبية للسان في إصدار الصائت [i] بينما تظهر الزاوية اليمنى منطقة مقطع عرضي للمجرى الصوتي في [i] يشير المحور السيني (الأفقي) إلى البعد عن الشفتين.

ويتسع البلعوم، على أية حال، لأن قسم اللسان الخلفي الذي يشغل الفراغ البلعومي يتحرك عادة إلى الأعلى والأمام. أما العصلة المسؤولة مباشرة عن هذا التعديل فهي العصلة الدقنية - اللسانية التي يرودها بالأعصاب العصب القحقي الثاني عشر (العصب تحت - لساني). أنظر الشكل (4.65).

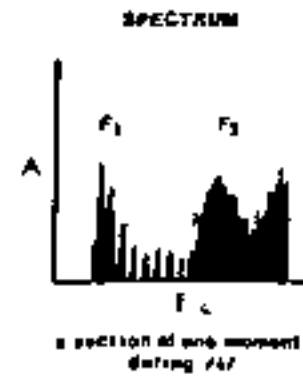


الشكل 4.45. تحيز العضلة الدقنية - اللسانية للسان للأعلى والأمام أثناء إصدار الصائت [a].

يُصنّف /a/ على أنه صائت عالٍ، أمامي وغير مدور لأن اللسان مرتفع فيه ومتقدم للإمام ولا يوجد هناك تضيق أو تدوير في الشفتين

فلو أصدر متكلم الصوت /a/ تردد أساسي يساوي 300 هرتز فإن التوافقيات الخارجة عن المجرى الصوتي سوف تختلف، لكن ترددات المجرى الصوتي الرئيسية تبقى ثابتة. يعكس خرج المجرى الصوتي الوظيفة المصدرية في حصور التوافقيات الحقيقية ونقصان شدة الترددات الأعلى، لكنه يعكس، أساساً، وظيفة التجاوب التحويلية، لأنه مهما تكن الوظيفة المصدرية، فإن غط الرنين يبقى متشابهاً في الصائت المحدد. لاحظ أنه ليس ضرورياً لرنين المجرى الصوتي المركزي (2500 هرتز على سبيل المثال) أن يتناظر مع مركب توافقي حقيقي للصوت (2250 و 2400 هرتز في هذه الحالات) تُضخم التوافقيات الأقرب إلى رنين المجرى الصوتي ويُعقد الأبعد عنه قدرتها أثناء النقل. بصور المخطط الطيفي للصائت /a/ في الشكل (4.66) رنين المجرى الصوتي كحرم عريضة من الطاقة تسمى بـ «التشكيلات الموجية المتميرة، Formants»

الطيف



SPECTROGRAM

صورة طيفية



a section at one moment during /a/

a section at one moment during /a/

في كلمة «beat» /b/

قسم من لحظة واحدة أثناء إصدار /a/

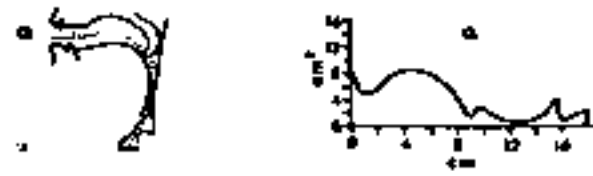
الشكل 4.66 في اليمين صورة طيفية للصائت [a] مستمدة من إصدار كلمة «beat» يظهر في اليسار قسم من الصوت نفسه. يشير السهم إلى موقع القسم على محور الرسم تمثل F_1 و F_2 رنين المجري الصوتي تظهر الصورة الطيفية تعبر التردد (F) على محور الزمن (T) يظهر الطيف سعة (A) ترددات المكون (F)

ترقم التشكيلات الموجية المميزة عادة من الترددات الدنيا نحو الترددات العليا ويسمى التشكيل الموجي المتمركز حول 300 هرتز بالتشكيل الموجي المميز الأول، ويسمى ذلك المتمركز حول 2500 هرتز بالتشكيل الموجي المميز الثاني، بينما يسمى المتمركز حول 3000 هرتز بالتشكيل الموجي المميز الثالث. وشبه النظر إلى المخطط الطيفي الطر إلى قمم خط مستمر من الطيوف حيث تصبح كل حزمة أو نطاق من القدرة السماعية تشكلاً موجياً مميزاً دا شدة يشار إليها بالظلمة السبية. وسنمصل وصف المخططات الطيفية في الفصل السادس.

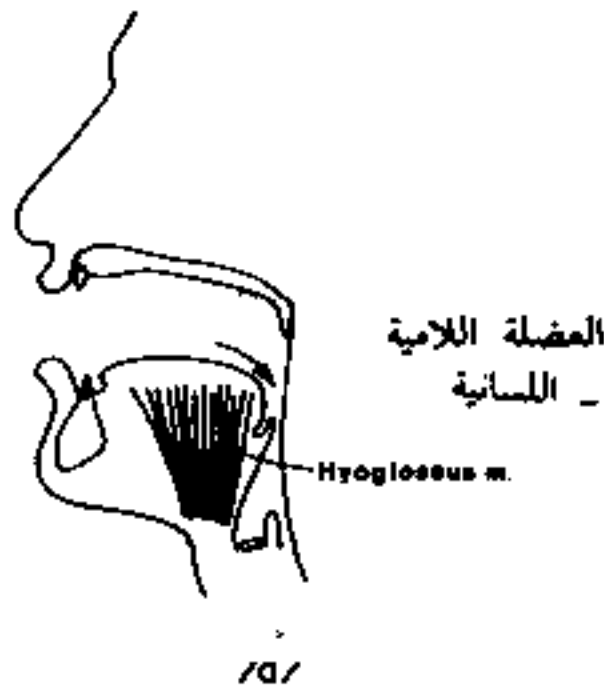
Low, Back Vowel

الصائت الخلفي المنخفض /a/

يكون شكل المجري الصوتي في الصائت /a/ عكس ذلك الشكل الذي يتخذه في /i/، حيث يتسع التجويف القمي ويضيق التجويف البلعومي (الشكل 4.67)



الشكل 4.67: منظر جانبي للمجرى الصوتي، والمنطقة العاملة من المجرى الصوتي في /a/.
يسخفض اللسان في التجويف الفمي من خلال فتح الفك أو بوساطة تخفيف
لساني نشط تقوم به، أغلب الظن، العضلة اللامية - اللسانية (الشكل 4.68).

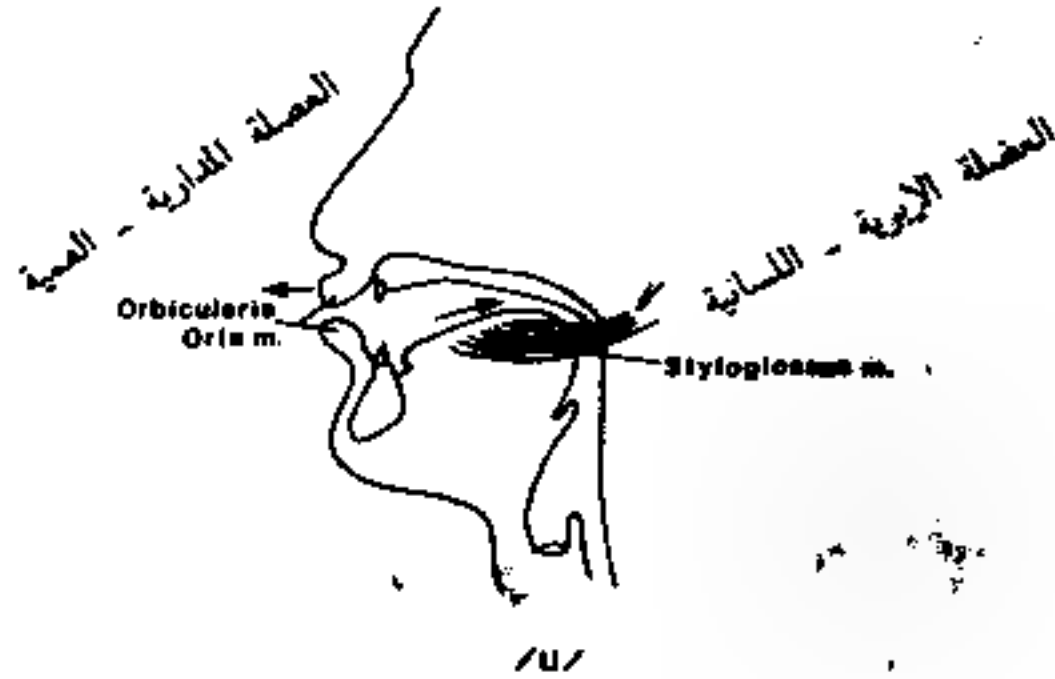


الشكل 4.68: تضغط العضلة
اللامية - اللسانية
أثناء إصدار /a/

وعلى قدر ما يكون اللسان منخفضاً إلى الخلف يكون الفراغ الذي تحتله /a/ في
التجويف البلعومي كبيراً وبذلك، يكون شكل الجهاز الصوتي في /a/ صغيراً عند
البلعوم، وكبيراً في التجويف الفمي. يرفع نمط المجرى الصوتي هذا أدنى تردد رنيني،
والذي يكون، في هذه الحالة، انعكاساً لاستجابة التجويف الخلفي الترددية. ويكون
التشكيل الموجي الثاني منخفضاً كثيراً عن ذلك في /a/ بسبب حجم التجويف الفمي
المتزايد.

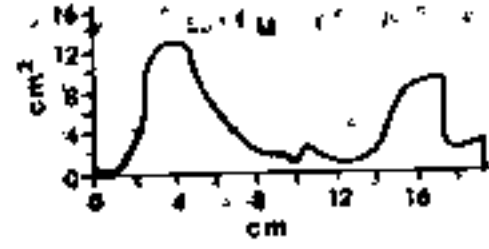
الصائت الخلفي ، العالي غير المدور /u/ High, Back, Rounded Vowel

تكون سمة /u/ السمعية المميّزة هي تخفيض الترددات الرئيسية من خلال تطويل المجرى الصوتي. ولكي يطول المتكلمون المجرى الصوتي يقومون عادة بتصيق الشفتين بفعل تقليص العضلات القمية المدارية، ويرفعون مؤخرة اللسان نحو الحنك (أنظر الشكل 4.69)، ويقلصون العضلات الإبرية - اللسانية (الشكل 4.70).



الشكل 4.69: إن عمل العضلة المدارية - القمية هو تقليص الشفتين، بينما تقوم العضلة الإبرية - اللسانية برفع مؤخرة اللسان أثناء إصدار /u/.

ولو حاول المتكلم الاستمرار في الابتسامة لمصدر وهو يقول شيئاً ما مثل «take two»، سيكون لزاماً عليه تطويل المجرى من أجل /u/ بواسطة تجميع الحنجرة بدلاً من تصيق الشفتين، لكن التأثير السمعي يبقى متشابهاً. يقترب رنين المجرى الصوتي عند رجل راشد من 900, 300 و 2500 هرتز. ولا يمكن إعطاء ترددات دقيقة لأن الاستجابة الترددية في كل مجرى صوتي مختلفة قليلاً. ويوضح لنا هذا، جزئياً، لماذا يمكن أحداً أن يميز الآخر عن طريق الصوت وحده.

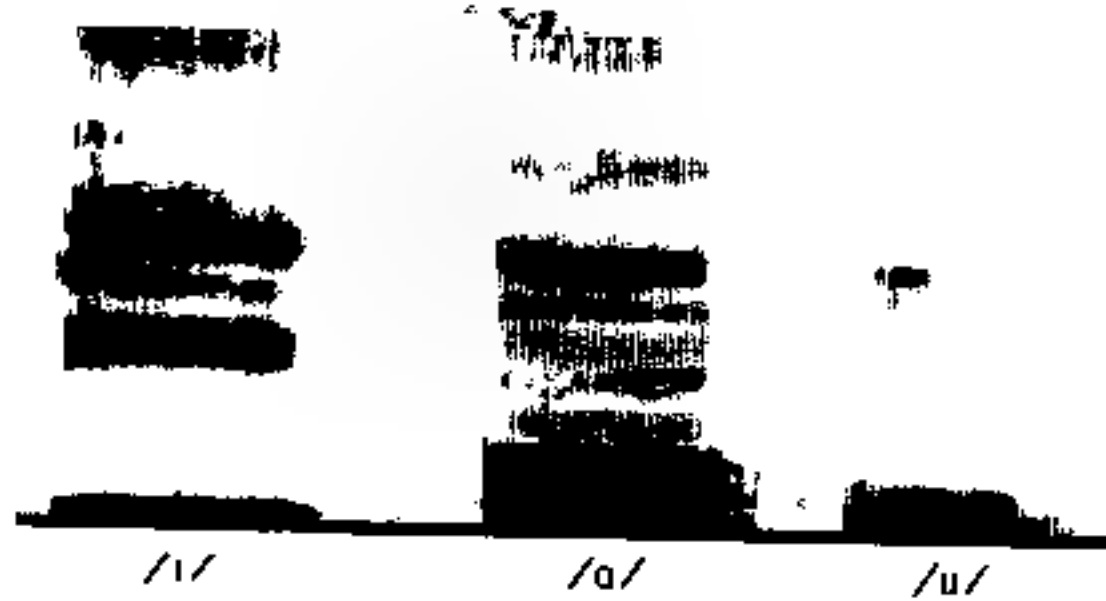


الشكل 4.70: منظر جانبي للمجرى الصوتي والمنطقة للعامة منه في /u/ لاحظ أنه يوجد تحويجان عميران لهذا الصائت.

The Vowel Triangle

مثلث الصوائت

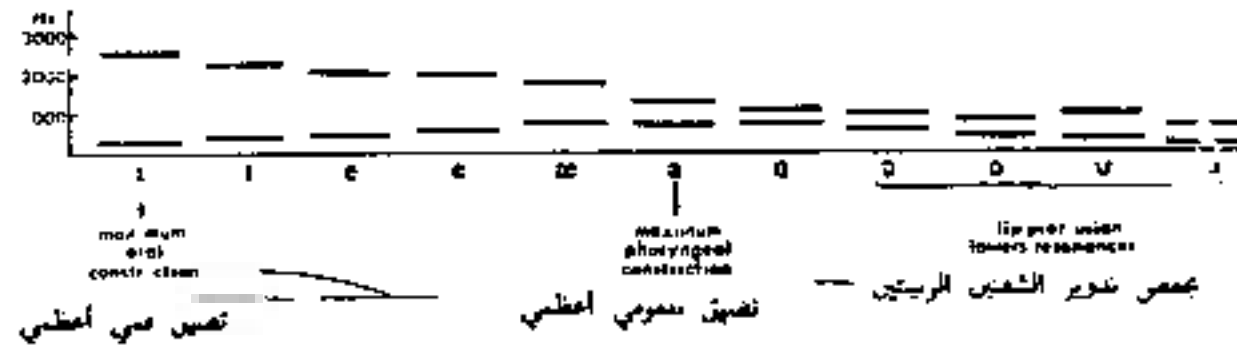
نرى بوصوح الآن أن ما يقرر صفة الصائت هو رين المجرى الصوتي يمتلك كل صائت ممطاً ريباً مختلفاً قليلاً عن الصوائت الأخرى الشكل (471)



الشكل 4.71: صورة طيفية لإصدار ثائت الصفة في الصوائت [i], [a], و [u].

من المفيد النظر إلى المجرى الصوتي على أنه أنبوب خط بث واحد على الرغم من أنه، في واقع الحال، أكثر تركيباً وتعقيداً لكن تشبيهاً مناسب بوصفه تقريباً مبدئياً في إصدار الصوائت تبدل تغيرات المجرى الصوتي الرنين، وكما رأينا، فعندما يكون شكل المجرى الصوتي على هيئة أنبوب مستقيم المقطع العرضي في شكل كذلك الشكل المحايد

القريب من الصائت المحايد /N/، يكون رتيبه مضاعفات وترته لأدنى تردد رتيبي وعندما يتغير الشكل في /N/، أو /N/ تُفهم بعض أقسام المجري الصوتي ويغير الرتيبي تردده، ويفقد كل صائت صلته السبطة بالصائت الأخرى لا يمكن عرو ترددات التشكيلات الموجية المميرة على نحو مستقل إلى قسم خاص أو معين من المجري الصوتي ويجب النظر إلى التشكيلات الموجية المميرة على الجملة بوصفها استجابة المجري الصوتي بكامله على الرغم من أنه يمكن ربط التشكيل الموجي الثاني، في كثير من الأحيان، على نحو دقيق، بالتجويف الأمامي. يهي التشكيلان الموجيان المتميزان المشتق محططهما البياني من المحططات الطيفية في الشكل (4.72) بعرض أطهار أنماط التشكيلات الموجية السببية لبعض الصائت في الإنجليزية الأمريكية



الشكل 4.72 صائت ذات ترددين موجيين متميزين اثنين، ركبت على قارئة النمط. تشير الرموز إلى تعريف المستمعين لكل نمط. بيها تشير الحروف إلى سمات المجري الصوتي في الصائت المناظرة.

وعلى الجملة، يتضاءل تردد التشكيل الموجي المتميز الأول عندما يرافق التوسع البلعومي ارتفاع اللسان. ويزداد تردده عندما يتراجع التصيق أو يقلص إلى الخلف في المجري الصوتي. يكون تردد التشكيل الموجي الثاني مرتفعاً عندما يصيق التجويف العمي - ويكون منخفض التردد عندما يكون المجري الصوتي أكثر انفتاحاً أو مطولاً.

Effect of Vocal Tract Size

تأثير حجم المجرى الصوتي

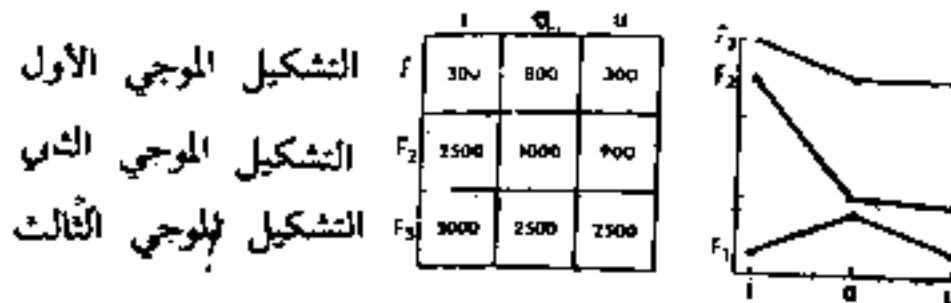
إن أماكن التشكيلات الموجية المميزة السببية لصائص محد متشابهة عند الرجال والنساء والأطفال. لكن الترددات الرنينية الحقيقية هي أعلى في المجاري الصوتية الصغيرة إن اختلافات ترددات التشكيلات الموجية المميزة لا ترتبط بتغير في الطول فحسب لأن المجاري الصوتية الأكبر عند الرجال تمتلك نسبة أكبر نسبياً من المساحة العلوية مقارنة بالمساحة القمية إذا ما قورنت بحالة الأطفال والنساء. أوجد بيترسون (Peterson) وباري (Barney) المعدلات الوسطية لترددات التشكيلات الموجية المميزة عند الرجال والنساء والأطفال من مخططات طيفية عند ستة وسعين متكلماً يصدر عن الصوتيات الانجليزية. يوضح الجدول (4.5) تغير التردد بتغير حجم المجرى الصوتي

التردد الأساسية											
Fundamental frequency (cps)	M	W	Ch	M	W	Ch	M	W	Ch	M	W
ترددات التشكيلات المميزة	138	235	272	135	232	269	30	27	124	139	137
Formants (cps)	235	232	269	223	210	251	212	218	232	237	227
Formants (cps)	272	269	269	240	251	258	263	278	274	274	281
Formants (cps)	276	380	380	530	660	700	570	440	300	640	490
Formants (cps)	310	410	410	660	850	850	590	470	370	760	500
Formants (cps)	370	530	530	660	1010	1030	680	580	430	850	580
Formants (cps)	2200	1930	1840	120	1000	840	1020	670	190	1350	1350
Formants (cps)	2750	2480	2310	2050	1220	920	180	880	1400	1640	1640
Formants (cps)	3200	2710	2610	2320	1370	1080	1410	170	500	820	820
Formants (cps)	3010	2950	2460	2410	2440	2410	2240	2240	2390	2390	2390
Formants (cps)	3310	3070	2990	2050	2610	2710	2680	2670	2780	2780	2780
Formants (cps)	3700	3600	3570	3320	3700	3180	3310	3260	3360	3360	3360

الجدول 4.5 متوسطات الترددات الأساسية وترددات التشكيلات الموجية

المتميزة في الصوتيات عند ستة وسعين متكلماً

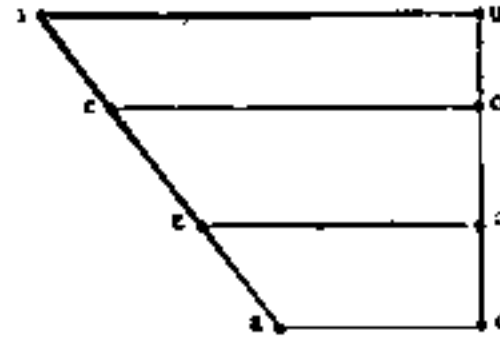
ولتتلاءم سهولة تذكر التوزيع السمي لربى المجرى الصوتي في الصوتيات المتطرفة (الواقعة في الأطراف) في الإنجليزية الأمريكية، يمكنك اعتبار الأرقام التي تدعم النمط العام لتشكيلات الموجية المميزة عبر المتكلمين الشكل (4.73)



الشكل 4.73 العلاقات بين التشكيلات الموجية المميزة الأول، والثاني والثالث في الصوتيات /i/، /e/، و /u/

العلاقة بين السمعيات وعلم وظائف الأعضاء (فيزيولوجيا) Relationship between Acoustics and Physiology

يمثل مثلث الصوتيات أو رباعي الصوتيات في أدب الصوتيات التقليدية ارتفاع اللسان على الأحداثي الرأسي، وتراجعته على الأحداثي السبي - الشكل (4.74)



الشكل 4.74 الصوتيات الأساسية (Cardinal) مثلث رباعي صائت تشكل الصوتيات الأساسية نقاط صوتيات مرجعية متطرفة في نطق الصوتيات. يعتقد أن الصوتيات الواقعة على نفس الخط الأفقي تتمتع بارتفاع لسان متكافئ. بما يعقد أن الصوتيات الواقعة في اليمين واليسار تتمتع بمقدار أو مسافة تراجع أو مقدمة متساوية (إلى الأمام أو إلى الخلف)

تكون مقدمة اللسان مرتفعة في /i/ بينما تكون مؤخرته مرتفعة في /u/ تكون الشفتان غير مدورتين في الصوتيات الأمامية في الانجليزية، ولكهما مدورتان في معظم الصوتيات الخلفية. راقب نفسك في مراة وأنت تلفظ الصوتيات الأمامية [i] في «eat»، [ɪ] في «it»، [e] في «ate»، [E] في «Ed»، [x] في «at» ستلاحظ تحركاً بسيطاً في حركة الشفتين في «a» يبدو أن ارتفاع اللسان مهم في تحديد رين الصوتيات الأمامية المميز. راقب الصوتيات الخلفية من الأعلى فالأسفل [ʊ] في «sure»، [u] في «soot»، [ou] في «sew»، [ɔ] في «saw»، [ɑ] في «sock» ستلاحظ استدارة في الشفتين بالإصافة إلى تعبيرات في التحوير في الصوتيات الأربعة الأولى، وفتح هم أعظمي في الصائت المنخفض الخلفي [a] يرى الشكل (4.75) مواقع اللسان النفسية في الصوتيات، ويشير إلى التعديلات

الشفوية في الصوائت الخلفية الملوّنة وفتح الفم الذي يرافق عادة الصائت الخلفي المنخفض وهذه العلائق تقريبية، إنها تشير، بساطة، إلى الأسلوب الأكثر شيوعاً، ولكن ليس الوحيد في تغيير أشكال التحريف من أجل الحصول على المستلزمات السمعية لكل صائت.

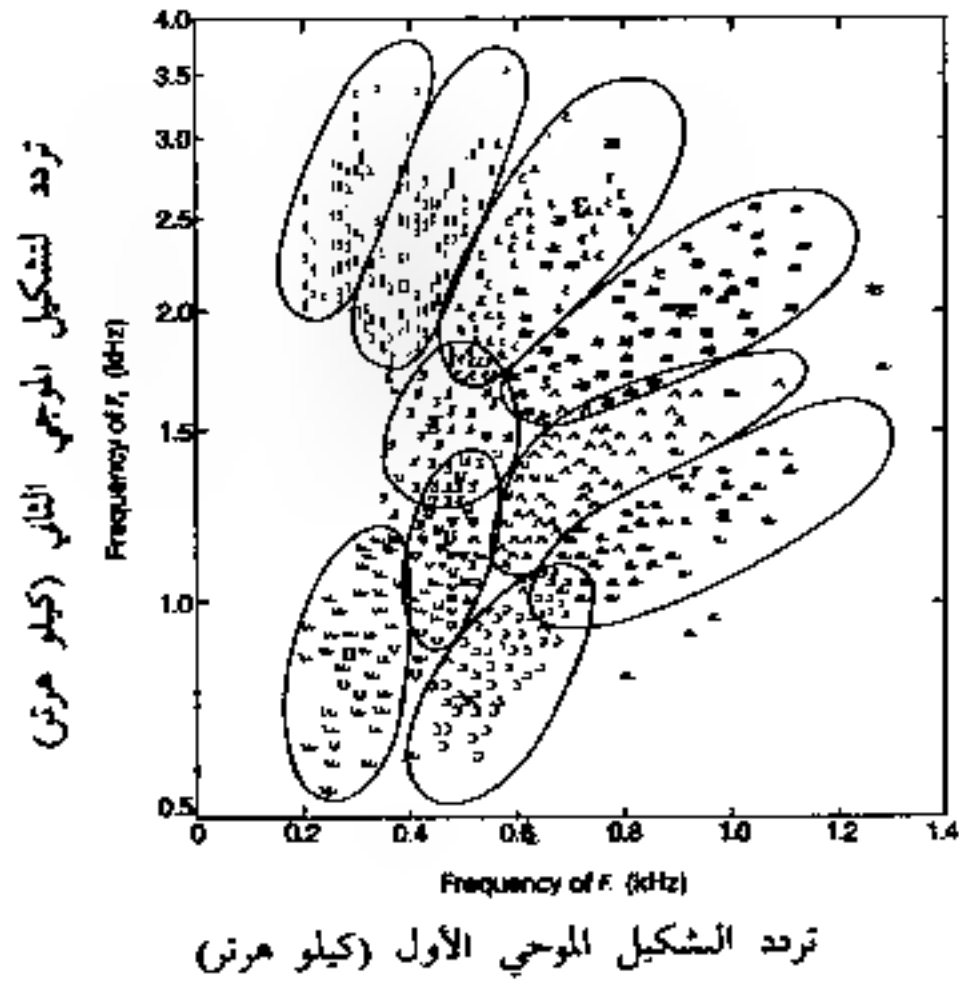


الشكل 4.75 · شكل المجري الصوتي للصوائت في الكلمات: (1) «heed»، (2) «hid»، (3) «head»، (4) «had»، (5) «father»، (6) «good»، (7) «food»

تكشف دراسة الصور الشعاعية لموقع اللسان أثناء إصدار سلسلة الصوائت أن أعلى نقطة للسان في كل صائت لا تتوافق تماماً في محطط بيني كمثلث الصوائت أورياعي الـ يائت التقليدي في كتب الصوائيات ومن المحتمل أن علماء الصوت قد وُهبوا، بوصفهم جماعة، أداناً جيدة الإصعاء، أي . المقدرة على التقاط تمييزات دقيقة في سماع الأصوات الكلامية وفهمها . يمكن لمحطط الصوائت التقليدي أن يعكس، على الحمله، موقع اللسان، ولكنه يعكس، بدقة أكبر، الترددات السنية (التقريبية) لربين المجري الصوتي عندما تثبت التشكيلات الموجية المميزة

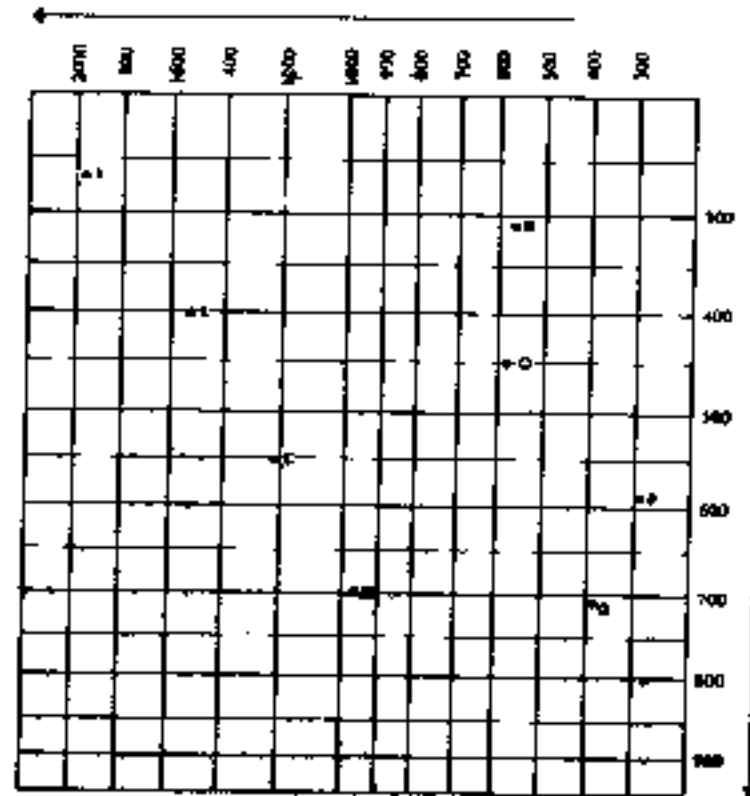
فقد سجل صوت الرجال والنساء والأطفال في دراسة بينرسون وباري وهم يصدرون الصوائت الانجليزية في سياق /n-v-d/، وكانت الألفاظ «heed»، «hid»، «head»، «had»، «hewd»، «hood»، «whod»، «hud»، «heard» قيست

التشكيلات الموجية المميزة وثبتت في جدول بياني من خلال مقارنة التشكيل الموجي الأول بالتشكيل الموجي الثاني. يظهر هذا الأسلوب الذي استخدمه، في البداية جوور (Joos) عام 1948 العلاقة بين السمعيات ووطائف الجسم في الصوتيات يظهر الشكل (7.67) التشكيل الموجي الأول على الأحداثي السبي، والتشكيل الموجي الثاني على الأحداثي الراسي. فلو ثبت تردد التشكيل الموجي الثاني وفقاً لمقياس كويك (Koenig)، الذي هو مقياس خطي حتى 1000 هرتز ويصبح نوعاً ثانياً فوق 1000 هرتز، الذي صمم لكي يشبه حساسية آلية السمع الإنسانية، لكان من الواضح أن صورة مشابهة لمثلث الصوتيات التقليدية سوف تظهر. يظهر أن الرسم البياني السمعي أكثر قرناً إلى المحطظ الصوتي التقليدي من قرب الصور الشعاعية لموقع اللسان فيه



الشكل 4.76 تردد التشكيل الموجي الثاني عكس تردد التشكيل الموجي الأول في عشرة صوائت تكلمها ستة وسبعون متكلماً

بحق لاداموحد استجافاً أكبر من خلال تثبيت ترددات التشكيلات الموحية في رسم بياني دي ترددات الصغر في الزاوية اليسرى العليا، وتثبيت ترددات التشكيل الموحى الأول بوصفه ناتج طرح ترددات التشكيل الموحى الأول من ترددات التشكيل الموحى الثاني عوضاً عن التثبيت العادي للتشكيل الموحى الأول والتشكيل الموحى الثاني وينتج عن ذلك توصع «فيزيولوجي» أدق للصوائت الخلفية (الشكل 4.77) حيث يبدو حلياً أن [ɔ] و [ə] هما صائتان أكثر تراحعاً من [u] أو [v].



الشكل 4.77 رسم بياني للتشكيلات الموحية المميزة يظهر ترددات التشكيل الموحى المميز لأول على المحور الأفقي مشقة مقابل الفرق بين ترددات التشكيل الموحى الثاني والتشكيل الموحى الأول على المحور العمودي في ثمانية صوائت أمريكية يمثل الرمز (a) نفس الرمز «u».

يبدو أن علماء الصوت لم يكونوا مدركين أنهم كانوا يرسمون مخططات الصوائت وفقاً لحقيقتها السمعية، معقدين أنهم كانوا يرسمونها وفقاً لحقيقتها «الفيزيولوجية» ومهما

يكس، فإنه من الواضح أن المادة السمعية هي انعكاس مباشر للتنكيف. «الفيريولوجي» كما يشير «لادافوجده» إلى أنه يرتبط ارتفاع الصائت بإحكام ترددات التشكيل الموجي الأول أكثر من اتصاله بارتفاع اللسان، ويعبر عما يسمى بالعد - الأمامي - الخلفي، بساطة، بالرجوع إلى الفرق بين ترددات التشكيل الموجي الثاني وترددات التشكيل الموجي الأول أفضل من أي قياس لموقع اللسان الحقيقي. وقد لاحظت أيضاً أن أعلى نقطة في اللسان ليست مهمة كاهمية نقطة التصيق القصوى وطول المجرى من الزمار إلى تلك النقطة (نقطة التصيق القصوى). فعلى سبيل المثال، تقع عليا نقاط اللسان في [a] في التجويف الصفي، لكن نقطة التصيق القصوى تقع في التجويف البلعومي، وهي أقرب إلى الحجرة

الصوائت المشدودة والصوائت الرخوة Tense - Lax Vowels

إن بعض صوائت والصوائت الثاية (Diphthongs) في الاسجليزية أطول من بعضها الآخر في جوهرها أو حقيقتها وتصدر هذه الأصوات من خلال وصول اللسان إلى مكان متطرف نسبياً وتسمى الصوائت ذات الموقع المتطرف للسان والفترات الأطول بـ «الصوائت المشدودة» وقد سميت بذلك بسبب طبيعتها في اللغة وليس بسبب طريقة إصدارها. يمكن للصوائت المشدودة أن تظهر في المقاطع المفتوحة مثل «see»، «say»، «lah»، «sew»، «seu»، «saw»، «sigh»، «sow»، «soy»، و «cue» تسمى الصوائت الأقصر التي تظهر في المقاطع المعلقة (المقاطع التي ينتهي بالصوامت) وليس في المقاطع المفتوحة بـ «الصوائت الرخوة» لأنها تصدر بحركة أقل تطرفاً، وأمثلة ذلك في الاسجليزية الصوائت في الكلمات التالية «sing»، «strength»، «sang»، «song»، «sung»

ويمكن تقسيم الصوائت الأطول المشدودة وفقاً لحالة المحرى لصوتي أي نغماً لفظه مشدوداً على نحو ثبات خلال فترة الصائت بتمامها، أو وجود تغير متميز في شكل المحرى الصوتي خلال إصدار الصائت. حاول أن تمدّ كل من الصوائت المشدودة التي ذكرت بوصفها أمثلة، وحدّد ما يحتوي منها على تغير في شكل المحرى الصوتي في منتصف التيار الهوائي

Diphthong production

إصدار الصوائت الثنائية

الصائت الثنائي صائت ذو رنين متغير أما الصوائت الثنائية الشائعة فهي الأقسام الصائتة في كلمات الجمل التالية

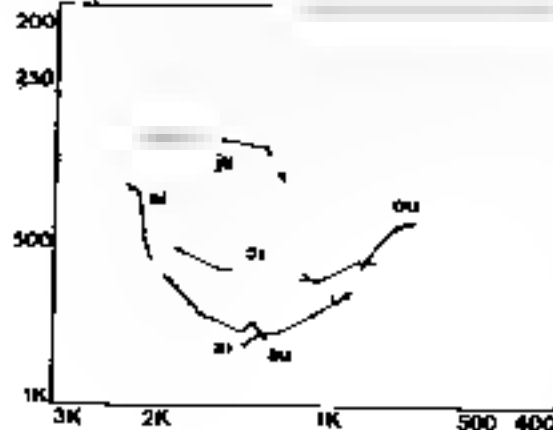
How Joe likes trains. I do not play cowboy

/au/ /ou/ /eɪ/ /eɪ/ /aɪ/ /aɪ/ eɪ /au/ /oʊ/

تعدّ للصوائت العشودة التي يجد أنها تحتاج عيـدقـطويـلـها إلى مجرى صوتي متغير صوائت ثنائية لاحظ أن نهايات الصوائت الثنائية ذات تجويف المجرى الصوتي المناسب لـ [a], [e], [i], [u] تنطوي على تحريك لساني إلى الأمام وإلى الأعلى من تهبّ المواقع اللارمه في [a], [e] و [i] وتنطوي نهايات الصوائت الثنائية ذات تجويف المجرى الصوتي المناسب لـ [u], [o] و [au] على تحريك لساني إلى الخلف والأعلى مترام مع تفيض في فتحة الشفتين. وغالباً ما تدعم أصوات [i] و [u] كما في «see» و «sue». لكن تعمرات المجرى لصوتى والتعيرت الرئيسية أقل كثافة من لصوائت الثنائية الأخرى لقد أظهرت لدراسات لسمعية لتعيرت التشكيلات الموحدة المميرة في الصوائت الثنائية إرجحات، التشكيل الموحى الأول والتشكيل لموحى الثاني، مميرة في كل صائت ثنائي نفسه فقد قاس هولبرك (Holbrook) وفيربانكس (Fairbanks) ترددات التشكيلات الموحدة للصوائت الثنائية من طيوف عشرين متكلماً رحلاً يلظون

«My name is John» مع «Hay», «Hoy», «Hoe», «Howe», «Hugh»

كأسماء في النهاية، يظهر تثبت لتشكيل الموحى الأول والثاني في الحدود سببي بدخلاً سمعي، ولكن عندما اقتصرت العنات على تثب الأمثلة الأقرب إلى الوسط ظهرت الأسماء بوصوح وبصير أكبر يظهر الشكل (4.78) أن الصوائت الثنائية الأطول ذات التعيرت الكثيفة مثل (au, /aɪ/ و /ɔɪ/) لا يصل إلى موقع [a] و [u] النهائي على نحو أكبر منه في



، كيلو هرتر 2 كيلو هرتر 3 كيلو هرتر

اصوائت اشائيه الأقصر مثل (ou, [eɪ], و [ɔɪ])

الشكل 4.78 التشكيلات الموحيات الأول والثاني

في الصوائت تثب ترددات لتشكيل الموحى الأول على المحور لشدولي، وتثب ترددات تشكيل الموحى الثاني على المحور الأفقي تشير الأسهم إلى اتجاه حركة التشك

وقد لاحظ المؤلفان أن [ei] تمتد من [ai] على نحو متصل تقريباً، كما تمتد [ou] من ، ويمثلان مجتمعين عور مثلث مقلوب أما العضلات المستخدمة في الصوائت الشائبة، فهي مشابهة لتلك المستخدمة في الصوائت ماعداً تحول الانقباض العضلي تدريجياً، في بعض الأحيان، إلى مجموعة عضلية أخرى فعلى سبيل المثال تحل عضلات اللسان الرابعة، والدافعة إلى الأمام في إصدار [ai] محل عضلات اللسان الحافظة تدريجياً كالعضلات الدقية - اللسانية والعضلات اللامية - السابية وقد قاس بيترسون (Peterson) وليهست (Lehiste) فترات للصوائت الشائبة مع نوى المقاطع الأخرى واكتشفا أن الصوائت الشائبة القصيرة التي تنهياها «Tense monophthongs» مثل [ei], [ou], [ai] و [ɜi] تتغير ببطء ولكن بثبات، في حين أن الصوائت الشائبة الأطول كـ [au], [ai] و [ɔi] أظهرته حالة ثابتة في البداية متنوعة تتحول أو انتقال بإسراع أقصر قرب الهدف أو الموقع النهائي والصوائت الشائبة، الواقعة في قلب المقطع صعبة على المتكلمين الصم، حيث تكون تعبيرات المحرري الصوتي المفتوح سبباً دقيقة وصعبة لتحديد بدون سماع الاختلافات على نحو نموذجي، يميل المتكلمون الصم إلى تحييد تباين التشكيلات، الموحية بالتميز بين الصوائت

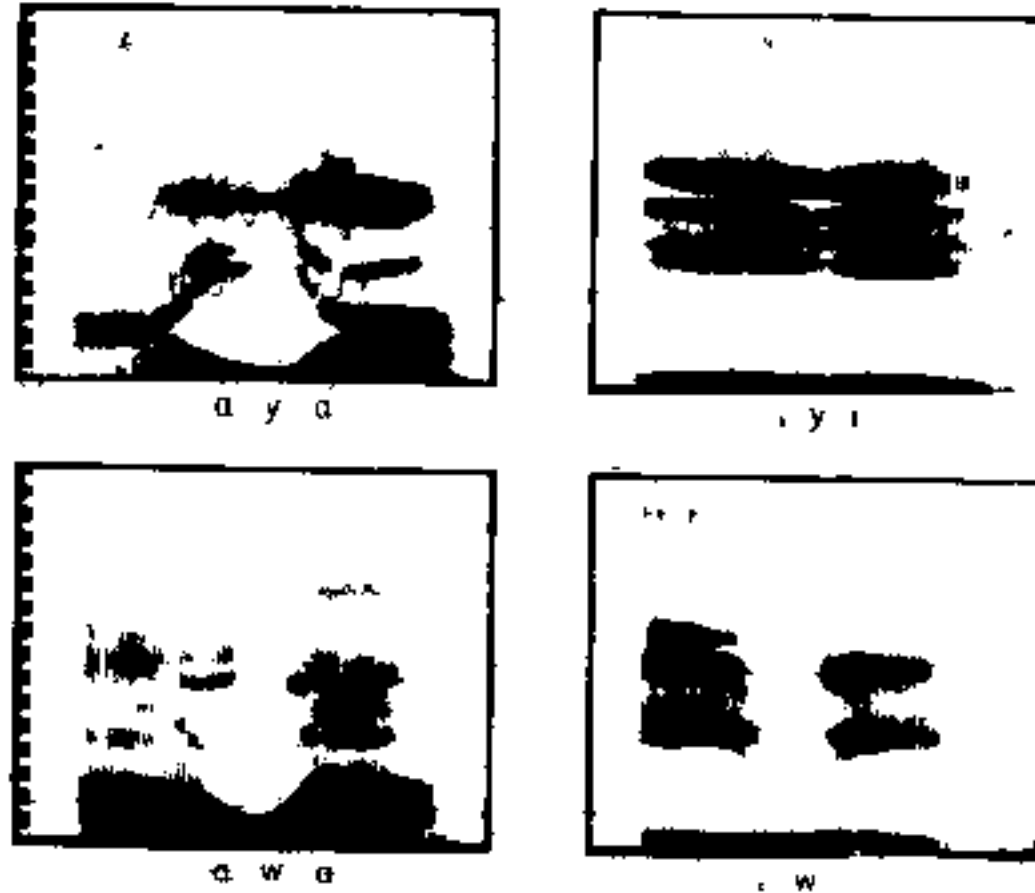
Semi - vowel production

إصدار أنصاف الصوائت

تسمى الأصوات /w/, /r/, /l/ و /ɹ/ كما في «we»، «you»، «night»، و «light»، في أغلب الأحيان، بأنصاف الصوائت لأنها، تتمتع برنين مرتفع يمكن تطويل /r/ و /l/ عندما تقعان في نهاية المقطع كما في «car» أو «full»، وتبدوان أقرب إلى الصوائت وإذا لفظت /w/ أو /r/ ببطء كافٍ، فيتشكل أصوات شائبة جديدة [un] و [in] ومع أن المحرري الصوتي يفتقر مفتوحاً نسبياً، كما هو الحال في الصوائت والصوائت الشائبة لكن أنصاف الصوائت تعد من الصوائت لماذا؟ القصبة أكبر من كونها تمييزاً سمعياً تصنف أنصاف الصوائت بوصفها صوائت لأن وطيفتها في اللغة هي بحريز الصائت أو الصائت الثنائي. فعل سبيل المثال /win/ ممكنة في الإنجليزية، أما /wɪn/ فهي ممكنة لأن المقطع يفتقر إلى نواة لا يستخدم المحرري الصوتي المفتوح، والصوائت العالية للرس والصوائت الشائبة كقوى على الجملة تقع أنصاف الصوائت، ذات المحرري الصوتي المفتوح والمنتمية برنين كالصوائت تقريباً، بجانب النواة في السياقات التي تمتلك تجمعات

صامتية. تقع أنصاف الصوائت [spring]، [splʌʃ]، [twɪn]، [kjʊt] في «spring»، «splash»، «twin» و «cute» ملاصقة تماماً للصوائت أو الصوائت الثنائية لكنه يحدث أحياناً أن تؤلف أنصاف الصوائت نوى للمقاطع وتشارك أنصاف الصوائت هذه الفرصة مع حاراتها التي تتمتع برين عال أيضاً أي. الأصوات الألفية فعلى سبيل المثال. هناك بوانا في كلمة «table» الأولى. هي الصائت الثاني في المقطع الأول، والثانية هي. /p/ في المقطع الثاني وعندما يوب الصامت عن الصائت، توضع نقطة تحت الكتابة الصوتية كي تشير إلى صامت مقطعي. ومن أمثلة ذلك: «bottle»، [bɒl]، «chaos» [kæz] و «up or down» [ʌp ɪ daʊn].

يمكن تقسيم أنصاف الصوائت على. أنصاف الصوائت المنزلة وهي /w/ و /v/ وأنصاف الصوائت السائلة وهي /l/ و /r/ والمنزلة اسم دقيق لأن طبيعتها الصوتية، كطيف الصوائت الثنائية تظهر انزلاقاً للأعلى أو الأسفل في التشكيلات الموحية الأساسية وفقاً للسياق أنظر الشكل (4.79).



الشكل 4.79 صور طيفية لـ /aɪə/، /awa/، /wi/ لاحظ أن حركة الشكل الموجي الثاني أكبر في /aɪə/ منها في /wi/، بما نشه حركة الشكل الموجي الثاني في /awa/ حركته في /wi/

إن /r/ مرلفة حكيبة، تقترب فيها مقدمة اللسان من الخلق في نقطة أكثر تقدماً في /ya/ منها في /ya/، لكن النقطة ليست بعيدة من نقطة الصائت الأمامي المرتفع، ومن ثم فهي تحتوي على عمل العضلة الدقنية - اللسانية. يسط تردد التشكيل الموحى لأول المرتفع في [a] أثناء [aya] عندما يضيق الصم، بينما يصعد التشكيل الموحى الثاني عكساً ربيع التجويف الأمامي الضيق يحتاج إصدار المرلفات لحركة اللسان وشفتين كي يعبر شكل المجرى الصوتي من نقطة البداية (يكون اللسان في موقع أمامي، مرتفع عند بداية /r/، ويخلف مرتفع والشفة على وشك أن تلتصق إحداهما بالأخرى عند بداية /w/ إلى نقطة الصائت التالي، فإن الصوت الوصول إلى هناك هو الصوت المزلق تشبه مرلفت الصوت الثابتة، لكن فترت بينها أسرع لاحظ أن - /w/ موقعين لفظ التصيق الشفوي الذي يسه العضلة القمية لمداريه والعضلات الشفوية الأخرى، والاقتراب اللساني - الحكي الذي يسه عضلات كالعصلة الأخرى - لسانيه التي ترفع اللسان وترفعه عند الحاجة

يقع السائلان /r/ و /l/ في بداية المقطع بواسطة رفع اللسان نحو الحافة السحية مع ذبذبة في الحال الصوتية وتحدث اختلافات هيئة رأس اللسان وموقعه المميز بين الصوتين ففي /l/ يستقر رأس اللسان بحفة قبالة الحافة السحية قاسماً الموحات لضغطية إلى تينيس هوائين يخرجان من طرفي اللسان (ومن هنا يسمى، غالباً، بالحاسي) أما في /r/، فينحني اللسان إلى الخلف ولا يلمس الحافة السحية، وبدلت تخرج الطاقة السمية من وسط الصم، وغالباً تكون الشفتان مدورين. يشي العديد من المتكلمين قمة لسانهم نحو الخلف وتكون مشدودة أكثر في لفظ /r/ وبما أن حركة رأس اللسان حاسمة في السوائل، يتوقع المرء أن تكون العضلة الطولانية العليا نشطة على نحو خاص. ويمكن للعضلة المقابلة - العضلة الطولانية الداحية - أن تكون أكثر نشاطاً في /r/ منها في /l/. وخاصة إذا كان لفظ /r/ مصحوباً برأس لسان مشدود نحو الخلف (Retroflexed). في حين يعد عمل مشترك للعضلة العمودية والعضلة العرضية

توجد هناك مشكلة سوى تعب اللسان فلا غرابة في اختلاف الصوتين، حيث يحرر أحدهما الصائت، بينما يلتقطه أو يحبس الآخر، وكذلك تختلف /r/ في البداية عنها في النهاية. حيث تفقد صفة الصامت وتصلطع بصيغة الصائت الذي تتبعه. يهدف بعض المتكلمين [r] الواقعة في نهاية «car»، «hear» أو «sure» ويستعيضون عنها بتمديد أو إطالة الصائت أو بالتحرك نحو مجرى محايد للتعويض عن /r/ العابثة: «hear» تصبح [h] أو [ni]. أما المتكلمون الذين يصدرون تلوين /r/ كي يشيروا إلى /r/ في نهاية المقطع فيرفعون ظهر لسانهم المثني نحو الحنك الذي يصدر هو نفسه تشكيلاً موحياً ثالثاً محفوظاً عن ذلك الصائت وهو صفة /r/ في هذا السياق. وما احتلاط الأمر بين /r/ و /l/ على متكلمي الانجليزية الشرقيين الذين يتكلمون الانجليزية لغة ثانية إلا شاهداً على التشابه السمعي بينهما. وعالياً ما يصغر الأطفال الذين يطورون تعويضات كلامية متنامية /w/ الأسهل بدلاً من السوائل أو يصدرون في بعض الأحيان /l/ بدلاً من /r/ و /w/ بدلاً من /r/ ويمكن أن تصبح.

«The little rabbit likes carrots».

[dəˌlɪtə wæbəˌraɪk skæˌrəʊts]

Velparyngeal Port:

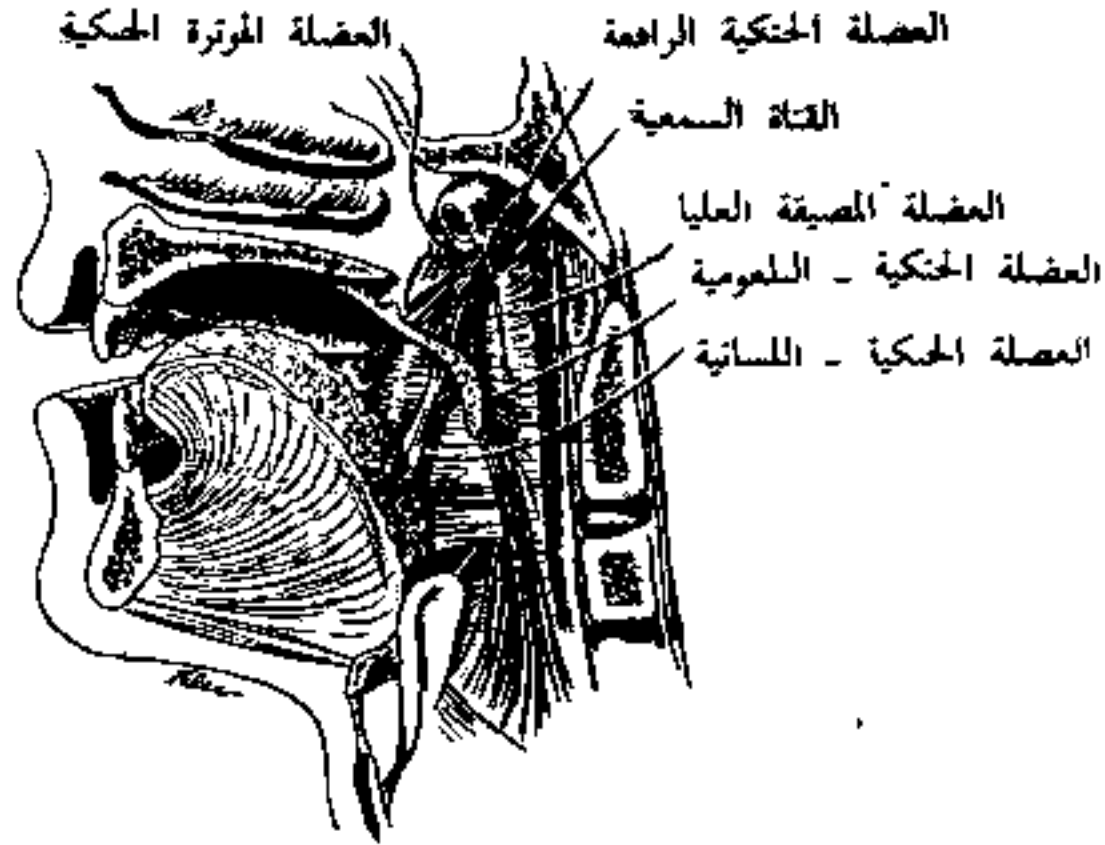
المينا الأنفي - البلعومي:

Vocal Tract Modifier

تحويل المجرى الصوتي

ترو معظم الأصوات الكلامية في اللغة الانجليزية في مجرى مؤلف من تحويلين. التجويف البلعومي، والتجويف اللامي، يمتد من الحبال الصوتية إلى الشفتين. وهناك ثلاثة استثناءات لهذه القاعدة وهي الأصوات التي تحتاج إلى رنين إصافي في التجاويف الأنفية /m/, /n/ و /y/ كما في كلمة «mining». ويجب أن تكون التجاويف الأنفية معلقة معظم الوقت، عند إصدار الأصوات الصمية أثناء الكلام المستمر، ومع ذلك، يجب على المدخل أن يكون مفتوحاً في ثلاثة الأصوات الأنفية الأربعة الذكر يسمى المدخل إلى التجاويف الأنفية الكبيرة من التجاويف البلعومية والحمية - «المينا الأنفي - البلعومي» لأن المدخل يقع بين النهاة وجدار البلعوم ويمكن إعلاقه بواسطة رفع النهاة وترجييعها حتى تدنو من الحدار البلعومي الخلفي

إن العصلة الرئيسة المستخدمة في إغلاق الميأة الأنثي اللعومي هي العصلة الحنكية الرافعة، وتهض هذه العصلة المزقوطة من قسم العظم الصدغي العظمي السفلي ومن قسم غضروف القناة الأذية السفلي، تنج نحو الأسفل والأمام منحبة في منتصف كل طرف حتى تدخل الحنك الرحو إلى داخل اللهاة؛ وتمترح الألياف من كل طرف مشكلة منتصف الحنك أو وسطه الرحو (الشكل 4.81)



الشكل 4.81: مقطع رأسي نصف سهمي يظهر عضلات القسم اللعومي لم تدرس العصلة الحنكية - اللعومية في النص لكنها تشكل معظم العمود الخلفي (الخلفومي) الخلفي

تأخذ الألياف العصبية العضلية شكل مقلاع قادم من قسم اللعوم الأنثي - الخلفومي - الخلفي إلى الأسفل والأمام مشكلة الحنك الرحو إن زاوية انحدار العصلة الرافعة الحنكية تسبب رفع الحنك الرحو وترجمه عندما تنقبض. يخلق هذا العمل مدخل التجاوبف الأنثي، ويعصب العضلات الحنكية الرافعة ضفيرة الأعصاب اللعومية، وهي مجموعة من الأعصاب يشكلها العصب الثاني الحادي عشر والعصب

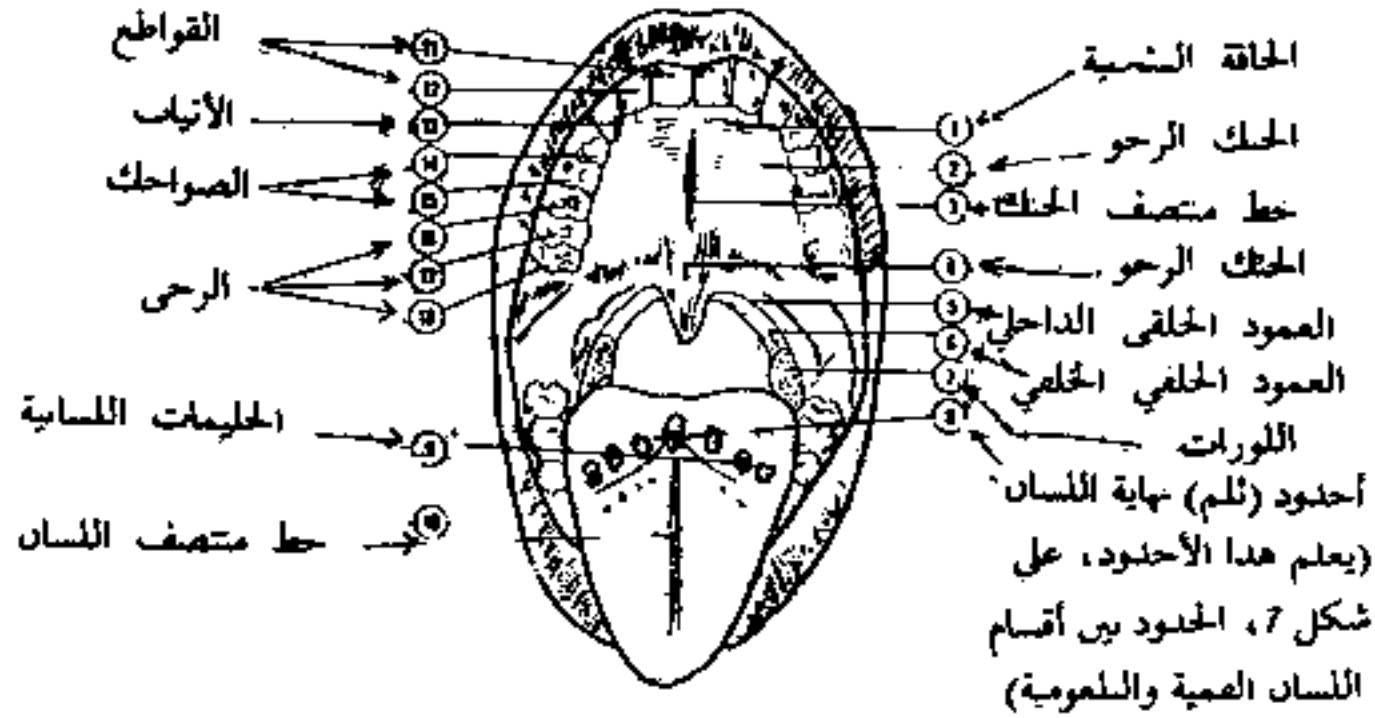
المهم (العاشر)، والألياف الحسية للعصب اللساني - البلعومي التاسع أما العصب الحركي فهو مسؤولية العصب الحادي عشر أساساً.

على الرغم من أن اللهاة لها جهازها العصبي المستقل (عضلة اللهاة) لكنها تسهم على نحو ضئيل أو لا يذكر في الرفع والإرجاع الحقيقيين الضروريين للأصوات القمية، ولا حتى العضلة المتوترة الحنكية التي تنشط في فتح القناة السمعية التي تصل الأذن الوسطى. لقد أظهرت دراسات التخطيط الكهربائي للعضل التي أجراها لوبكر (Lubker) وفرتزل (Fritzell) وبيل برتي (Bell Bertti) أهمية نشاط العضلة الحنكية الرافعة بوصفها عاملاً نشطاً في إغلاق المياه الأنفي - البلعومي. ولقد رودنا دراسات التصوير السيمائي الفلوري التي أجراها مول (Moll) وآخرون مع دراسات بصريات الألياف التي قامت بها بيل برتي وزملائها بمعلومات متحركة بخصوص حقائق النشاط العصبي. راجع الفصل السادس لوصف لتقنيات البحث التي يتطلبها التخطيط الكهربائي للعضل وبصريات الألياف والتصوير السيمائي الفلوري.

يرفع المتكلمون اللهاة ويرجمونها ليحصلوا على أشد إحكام من أجل الصوامت، وخاصة الاحتكاكيات كما في /s/ لأن هذه الصوامت تتطلب ضغطاً هوائياً قميّاً مرتفعاً (ضغطاً هوائياً داخل التجويف القمي)، حيث يؤدي أي تسرب للهواء إلى التجاوب الأنفي إلى تقليل الضغط اللازم. وعلى الحملة، تكون العضلة الحنكية - الرافعة أكثر نشاطاً في الصوامت منها في الصوائت. وتستثنى الأصوات الأنفية من هذه القاعدة. يرافق نشاط العضلة الحنكية الرافعة، عادة، الإغلاق البلعومي، لكنه ليس من الواضح إن كانت الحركة نتيجة نشاط العضلة الحنكية الرافعة أو انقباض العضلات القابضة.

تتصل اللهاة أو الحنك الرخو باللسان بعضلة سميت، على نحو مشوش، في بعض المراجع، بالعضلة الحنكية اللسانية، والعضلة اللسانية - الحنكية في بعض المراجع الأخرى. يتألف العمودان الحلقيان الداخليان اللذان يمكن للمرء ملاحظتهما في سم مفتوح (الشكل 4.82) من العضلات الحنكية - اللسانية. وبما أن العضلة الحنكية - اللسانية ترتفع بدءاً من ألياف العضلة المستعرضة داخل مؤخرة اللسان صاعدة إلى الحنك الرخو من كل طرف كي تشكل العمود الحلقي الداخلي، فإنه يمكن لاقصائها أن

يُخصّص الحنك أو أن يرفع أطراف اللسان ومؤخّرتة . وهي شطة، عند بعض المتكلمين، في رفع اللسان اللازم لإصدار بعض الصوامت الخلفية /k, g/ وربما في تخصّص الحنك الرخو من أجل /m, n, ŋ/. ويمكن للمتكلمين أن يحققوا ريباً أيضاً من خلال إرخاء عضلات الحنك الرافعة، أو بعدم انقباض العضلة الرافعة حتى بداية الصائت اللاحق تماماً في حالة الأصوات الأنفية الأولية (أول الكلمة) ولذلك تنفى اللهاة، في معظم الوقت الذي يتكلم فيه المرء، مرفوعة على نحو فعال، وتخفّض اللهاة عندما تتطلب ريباً أنفياً في /ɟ, n, m/.



الشكل 4.82 مخطط بياني لأبنة التجويف الفمي يمكن رؤية اللهاة في نهاية الحنك الرخو.

وتختلف درجة انقباض الآلية الأنفية - الناعمة أو انغلاقها وفقاً للمسياق الصوتي من الوصعية المفتوحة في الأصوات الأنفية، إلى الوصعية الوسطى الملازمة للصوائت المنخفضة، إلى الوصعية الأكثر انغلاقاً تقريباً في الصوائت المرتفعة، إلى الوصعيات المنغلقة الملازمة للصوائت الناعمة، يرافق الصوائت المرتفعة /v/ و /w/ كما في «see»، «sue» لها أكثر ارتفاعاً من تلك المرافقة للصوائت المنخفضة /a/ و /æ/ كما في «hat» و «hot». ويكون نشاط العضلة الحنكية - الرافعة على أضعفه في الصوامت الأنفية وعلى أشده عند الذهاب من صامت أنفي إلى صامت فمي يتطلب ضغطاً هوائياً فمياً مرتفعاً

وقاعدة عامة هي أنه لن توجد هناك صفة أنفية صوتية واضحة إذا اقتربت اللهاة على بعد 2 ملم من اللعوم فحسب (محقة منطقة مفتوحة مساحتها حوالي 20 ملم²)؛ أما الانفتاح الأكبر فيحقق رنيناً أنفياً، ويسمع الكلام، على نحو أكيد، بوصفه صوتاً أنفياً عندما تكون المسافة 5 ملم (مساحة قدرها 50 ملم²).

يلعب الارتفاع الحلقي دوراً هاماً في تعديل حجم الهواء، ومن ثم في تعديل الضغط داخل التجاويف الواقعة فوق الحنجرة. ويساعد هذا التعديل في التمييز بمجهر/ غير مجهر في إصدار الصوامت. ولعلك تتذكر أنه ابتغاء الحفاظ علىذبذبة الحبال الصوتية يجب أن يفوق ضغط الهواء تحت الحبال الصوتية (الضغط التحتحنجري) ضغط الهواء فوق الحبال الصوتية (الضغط فوق الحنجري) ومن الصعب الحفاظ على هذا الهبوط الضغطي عبر المزمار أثناء إصدار أصوات الوقف بالمجهر لأن فعل إيقاف التيار الهوائي نفسه يسبب ارتفاعاً مفاجئاً في ضغط الهواء فوق الحنجري، من ثم يبدد الفرق الضغطي عبر الحبال الصوتية. يقلل تمديد صغير في حجم الهواء فوق الحنجري، خلال أصوات الوقف، الضغط للحفاظ على ذبذبة مستمرة للحبال الصوتية. وتقدم بيل بيرقي اكتشافات، بواسطة تخطيط مشاط العضل الكهربائي، تشير إلى أن المتكلمين يختلفون في أسلوب توسيع الفراغ فوق الحنجري، فبعضهم ينجز ذلك بواسطة رفع أكبر للهاة، بعضهم الآخر من خلال إرجاء أكبر في العضلات المقابضة، أو من خلال تخفيض الحنجرة. وسناقش وظيفة اللهاة هذه بتفصيل أكثر عندما تناقش إصدار أصوات الوقف، فيما بعد، في هذا الفصل.

يمكن لإرجاع الفشل في تنفيذ تعديلات مقبولة إدراكياً في الآلية الأنفية - البلعومية إلى اضطرابين: «أنفية مفرطة» و «دون المستوى الأنفي الصحيح». ويصحب الحالة الأولى رنين أنفي مفرط، بينما يصحب الأصوات الأنفية (murmur)، في الحالة الثانية، إثارة من الرنين الأنفي. وتظهر مشكلة الأنفية المفرطة، بوصوح، عند المتكلمين الذين ولدوا بشق حلقي، وتلك الحالة يشغل فيها قسم من الحنك أو الحنك بتمامه من الاتحاد وحتى بعد إجراء العملية الجراحية لإغلاق الحنك، يمكن للهاة أن تكون صغيرة للغاية أو تنقصها القدرة العضلية لإغلاق التجاويف الأنفية على نحو محكم ومناسب. ولا يشأ عن هذه الحالة رنين أنفي مفرط في إصدار الصوامت فحسب، ولكنها تمنع المتكلم من

سواء صمغ كافي وفعال في التجويف الفمي لإصدار أصوات الوقف والأصوات الاحتكاكية ويصدر الصم درجات غير مناسبة من الرنين الأنفي أيضاً - ولكن لسبب مختلف ، حيث لا يمكنهم سماع العروق الأنفية - الفمية التي يصنعها المتكلمون السامعون

ولا يحدث عالماً سوى رنين أنفي قليل عندما يعاني المتكلمون من احتقان أنفي بسبب أمراض البرد وفي بعض الحالات تحدث الأنفية المفرطة والتي دون السوية الأنفية الصحيحة عند التكلم نفسه لأن كلاً من الانقباض والارتجاع الحنقيين غير متزامين يظهر هذا الاضطراب، أحياناً عند الناس الذين يعانون من شلل دماغي

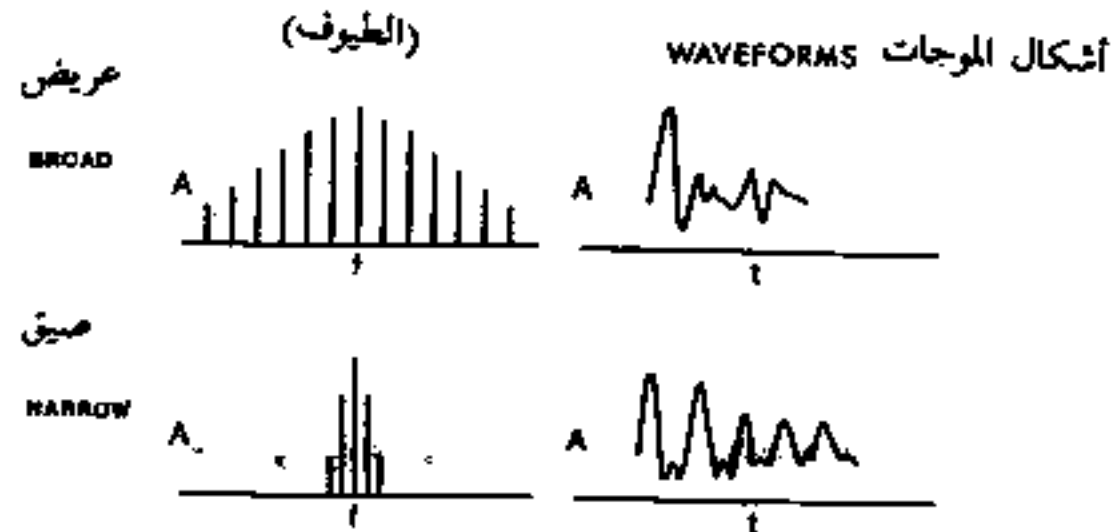
إصدار الأصوات الأنفية Nasal Production

عليها النظر في مصدر الصوت ورنين المجري للصوتي في الصوائت والصوائت الشائبة، فحسب أما في الصوائت، فيصبح المجري الصوتي صيقاً كثيراً بحيث لا يتلذذ (المجري الصوتي) سعة كبيرة إلى ترددات معينة (رنين) فحسب، بل تحدث الانسدادات والتضييقات اللازمة لإصدار الصوائت قوة متضائلة في طغيات بعض الترددات (رنين - مضاد) يتبادل الرنين ويصده التأثير ويمكن أن يلهي أحدهما الآخر إن كانا متقاربين في التردد وفي بعض الأحيان، يكون لرنين مصاد، يحدث في منتصف رنين عريض، أن يقسم الرنين الواحد بحيث يبدو كأنه شكلان من الرنين.

لا يند من الرنين الأنفي في إصدار /m, b, n/ في الإنجليزية، ومن ثم نجد أن اللهاة منخفضة، ومدخل الفجوات الأنفية مفتوح تماماً وفي الوقت نفسه نجد أن التجويف الفمي معلق في واحدة من الطرق الثلاث الآتية: فهي /m/ تعلق العضلات الفمية المدارية، التي يعصبها العصب الوجهي (القحبي السامع) الشفتين وهكذا لا يرن الصوت القادم من الحبال الصوتية في التجويف البلعومي والتجويف الفمي المعلق فحسب، بل يرن في التجاويف الأنفية الواسعة أيضاً ويصدر الأنفي السحبي /n/ والأنفي الحنكي /ŋ/ بطريقة الشفوي نفسها /m/ تقريباً ما عدا اختلاف موقع انسداد التجويف الفمي. ففي /n/، تلمس مقدمة اللسان أو رأسه الدقيق الحافة السحية العليا في الحنك الرحو، وتلمس أطراف اللسان الخلفية الأطراف العلوية أما في /ŋ/

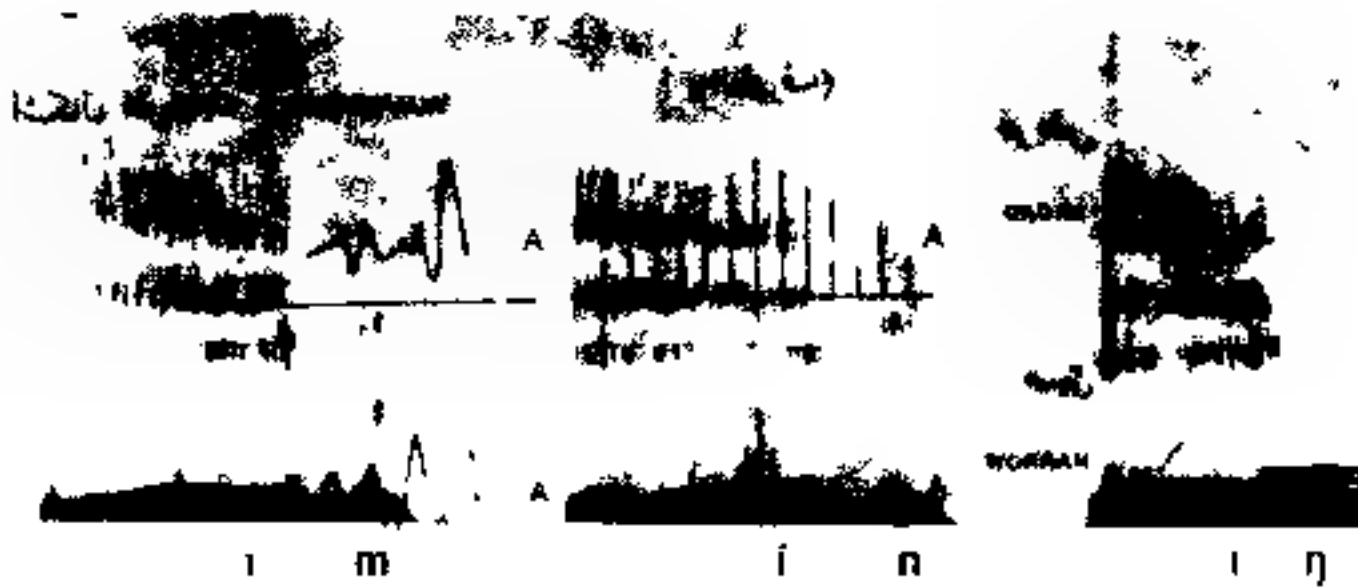
فيلمس سطح اللسان القسم الخلفي من الخنك القاسي أو الخنك الرخو عما يسمح لتقليل من التجويف الفمي أن يرن بوصفه فرعاً جانبياً من المجرى الصوتي حاول إصدار الصوامت الأنفية /m/، /n/، /ŋ/ إثر بعضها كي تحس كيف يتراجع موقع الإنسداد في التجويف الفمي إلى الخلف. يمكنك التأكد من وجود الرين الأنفي من خلال وضع أصابعك بحفة على طرف أنفك وأنت تنفث أصدار الأصوات.

تحدث إضافة الفروع الأنفية للمجرى الصوتي مرئياً أكثر وأطول. ونحن نعلم أنه كلما كان المربان طويلاً كانت الترددات التي يستجيب إليها، على نحو طبيعي منخفضة يصف فوجيمورا «Fujimura» نتائج إغلاق التجويف الفمي السمعية، والحفاظ على اللهاة منخفضة لإعطاء الرين الأنفي في الأصوات الأنفية المجهورة /m/، /n/، /ŋ/ بوصفها إضافة سمة دممة أمية ضمن طبقة 200 - 300 هرتز في المجرى الصوتي المذكور. ويكون هذا الرنين أو التشكيل الموجي المميز، كما يظهر في الطيف الصوتي، أقل في [m] منه في [ŋ] منه في [n] بسبب تزايد تقليل حجم التجويف الفمي نتيجة تحرك نقطة الإنسداد نحو الخلف في الفم. وسمة أخرى للأصوات الأنفية هي إصعاف التشكيلات الموجية المميزة العليا المتصلة بتلك الموحدة في الصوائت المجاورة. وإن إصعاف الرين هو، حريئاً، نتيجة إستحانة تردد النطاق الأوسع المتحرك في المجرى الصوتي المطول إنها حقيقة في علم السمعيات أن المربان المؤلف على نحو واسع يحمّد بسرعة أكبر من المربان المؤلف على نحو أصيق انظر (الشكل 4.83)



الشكل 4.83 أشكال موجات وطيفيها في مربانات مولفة على مطلق عريض، ونطاق ضيق لاحظ إن التخمود (وهن - صعب) يحصل بسرعة أكبر في المربانات المولفة على نطاق عريض منه في المربانات المولفة على نطاق ضيق

وسب آخر لمعانة الأصوات الأنفية من نقص في الشدة هو امتصاص الجدران الساعمة والتلافيف والتجاعيد ضمن التجاويف الأنفية للصوت يعطي العشاء المخاطي المخارات الأنفية المستنقعة بالقدرة الصوتية تماماً كما تعطي القرميدات السمعية جدران عرفة معاملة صوتياً وسقفها وهناك نقطة أيضاً وهي أن المم لا يتسق بحظ واحد مع المجرى الصوتي حيث تشع أو تنتشر الطاقة عند الماخز إلى حد كبير. وبالإضافة إلى التضاؤل العام في شدة التشكيلات الموجية المميرة وسيطرة الرنين الأنفي المنخفض، هناك رنين مضاد يتمثل بأطقة ترددية ذات قدرة منخفضة بوضوح. أما المصطلحات الهندسية المستخدمة في وصف الرنين والرنين المصاد فهي الأقطاب (Poles) والأصفار (Zero) على التعاقب. تختلف طبقات التردد في الرين المصاد المتصل m ، n ، و l وفقاً لمكان النطق (ومن ثم بحجم التجويف العمي الذي يعمل كإسوب سمعي مغلق) يتميز الأنفي الشفوي $[m]$ برنين مصاد أقل (في طبقة - 500 1500 هرتز) من ذلك في $[n]$ (حوالي 2000 3000 هرتز) أو في $[l]$ (أكثر من 3000 هرتز). ويبدو أن هناك رنيناً مصاداً في منطقة 600 هرتز وهو ثابت في المجرى الصوتي المذكور بغض النظر عن موقع النطق. يظهر الشكل (4.84) التشكيلات الموجية العادية لـ $[l]$ التي تضمحل مع الأصوات الأنفية. لاحظ إضافة الدفعة الأنفية في $[m]$ و $[n]$.



الشكل 4.84 صور طبيعية لـ $[m]$ ، $[n]$ ، و $[l]$. لاحظ أن التشكيلات الموجية المميرة تفقد شدتها أثناء الأصوات الأنفية.

المجرى الصوتي مصدراً للصوت Vocat Tract as Sound Source

لقد رأينا كيف تُصدر الصوائت، وأنصاف الصوائت، والصوائت الشائبة والأصوات الأنفية على نحو أعمودي من خلال إحداث صوت دوري في الحجرة (الوظيفة المصلدية) يرن في المجرى الصوتي (الوظيفة التحويلية). وعلى نحو عمائل، هناك «استراتيجية» تقوم على إحداث أصوات كلامية لادورية في المجرى الصوتي، في التجويف الفمي عادة، ويرن هذا الضجيج الصوتي أيضاً في المجرى الصوتي، على نحو فعال ومؤثر للغاية، في ذلك القسم من المجرى الذي يقع خلف نقطة إصدار الصوت أو موقع إصداره وهناك ثلاثة طرائق لإصدار الصوائت تقوم على تحريك موجات ضغطية ضجيجية في المجرى الصوتي وهي أصوات الوقف، والإحتكاكيات وأصوات الوقف - الإحتكاكية.

أصوات الوقف (الانفجاريات) Stops or Plosives

هناك ستة أصوات وقف في اللغة الإنجليزية تشبه الصوائت الأنفية في مكان نطقها لـ (الشفوي، السنخي، الحنكي) وهي /g, k, d, t, b, p/ كما في «ple»، «buy»، «two»، «do»، «cow»، و «go». وعلى غرار الأصوات الأنفية، يكون التجويف الفمي مغلقاً في نقطة ما في كل مثال لكن ذلك الإغلاق أو الإنسداد لا يشبه الإغلاق الأنفي (في الأصوات الأنفية) الذي يمكن تطويله. ومن ثم يمكن تسمية الأصوات بـ «الأصوات المستمرة». فالإنسداد من أجل أصوات الوقف (الإنسداد الوقفي) يحدث ارتفاعاً سريعاً في ضغط الهواء ضمن التجويف الفمي يحرر على نحو مفاجئ بوساطة فتح الإنسداد. ومن المستحيل تطويل دفقة الهواء المسموعة الناقمة. فهي عابرة أو مؤقتة واختلاف ثان بين أصوات الوقف والأصوات الأنفية هو أن الأصوات الأنفية لا تحتاج إلى الضغط الهوائي الفمي المرتفع الذي تحتاجه أصوات الوقف، ومن ثم، فإن هناك حركة أكبر في تغير شكل التجويف الفمي خلال إصدار الأصوات الأنفية، وتلك نقطة سنناقشها بإصهاب أكبر عندما نتأقش النطق الزدوح. واختلاف ثالث بين أصوات الوقف والأصوات الأنفية هو أن أصوات الوقف تخرج من الفم وليس من طريق التجاويف الأنفية. وأخيراً، إن الأصوات الأنفية مجهورة، في حين يمكن لأصوات

الوقف أن تكون مجهورة (مرافقة مدبنة في الحبال الصوتية) أو غير مجهورة. قارن /p/ و /m/ لتكتشف نفسك الاختلافات الأساسية في العترة، والربين وصنط الهواء الصمي بين أصوات الوقف والأصوات الأنفية

ولكل صوت وقف غير مجهور في الإنجليزية هناك قرين مجهور أضف إلى أصوات الوقف غير المجهورة /k,t,p/ (مصدر صوتي لادوري) دبنة الحبال الصوتية (مصدر صوتي دوري) وستحصل على /g,d,b/، وذلك اتحاد لمصدرين صوتيين دعا ناقش المعاطع المؤلفة من [b] أو [p] في البداية يديها صائت يقوم في كل منها بتشكيل اسداد عند الشفتين يحرر فيها بعد يختلف الصوتان، على أية حال، فيما يحدث في الحجرة. نهر الحبال الصوتية في [b] عند افتتاح الشفتين، بينما في [p]، لا تقترب الحبال الصوتية فيما بينها إلا بعد وقت من تحرير الاسداد في القسم الأعلى من المجرى الصوتي إنه التوقيت النسبي للمخاوذ الممرارية وفوق الممرارية التي تميز الأصوات المجهورة من غير المجهورة. ولقد سمي ليسكر (Lusk) وأبرامسن (Abramson) هذا التوقيت النسبي في تحرير صوت الوقف وبداية دبنة الحبال الصوتية - لحظة بداية الجهر ويرمر له - (vot) تتغير أصوات الوقف غير المجهورة الاستهلاكية في الإنجليزية متأخيرة طويلاً بين التحرير ولحظة بداية الجهر لكنه عندما يسبق الوقف غير المجهور بصوت احتكاكي كما في «pin» تقصر لحظة بداية الجهر وتصبح أكثر ميلاً إلى تلك التي في [b]

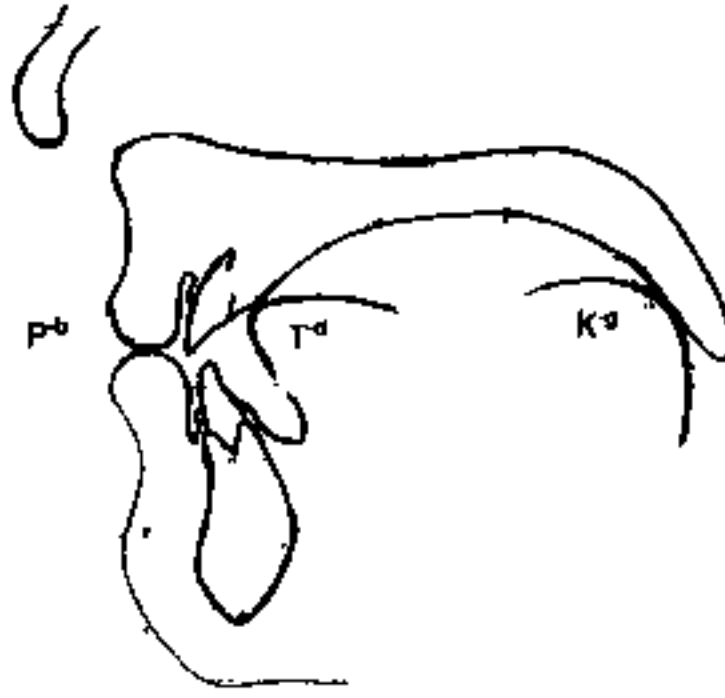
وإنه لأمر شائع أن نصف أصوات الوقف في الإنجليزية الأمريكية مثل [p] في [pin] بأنها [aspirated] وتلك التي في [spin] بأنها [un aspirated]. ونصف هاتان الكلمتان الاختلاف في أسلوب طرد الهواء، يمكنك أن تشعر بهذا الاختلاف من خلال وضع إصبعك أمام شفتيك أثناء قولك [pin] و [spin]. لكنه ليس من الواضح، على أية حال، أن الاختلاف بين هذين اللفظين يرجع إلى تعبيرات أو اختلافات في التوقيت

يساهم نشاط العضلة المدارية العمية، وبعض العضلات الوحشية الأخرى في الإغلاق الشفوي في /p/ و /b/. ويصدر الإنفجاري السححي /v/ وقرينه المجهور /d/ من خلال دفع رأس اللسان أو مقدمته إلى الأمام والأعلى كي يلامس الحافة السححية أو الحنك الصلب وتساعد العضلة الطولانية العليا، التي تتجه بعض أليافها العضلية

على طول سطح اللسان من الأمام إلى الخلف، في تحقيق هذا الإسداد في التجويف القمي وهي، كمصلات اللسان الأخرى، معصية بالعصب التحتلساني (العصب الثاني عشر) يسح لأسدال الازم في /K/ و /g/ مثل /ʒ/ عن رفع مؤخرة اللسان على طول سطحها، كي تلتصق أو تلمس الحنك الرخو أو الحنك القاسي. وعالماً ما يعتمد موقع النطق على السياق. فعلى سبيل المثال، إن مكان نطق /k/ في «kɛ» هو أكثر تقدماً إلى الأمام منه في «caught» وهكذا، رغم أن /k, g, ɣ/ تصنف على الجملة بـ صوامت حلقية، فإن مصطلح حكي - حلقى أكثر صواباً. وتكون العضلات الالبرية - اللسانية، والعضلات الالبرية - الحكية في مواقع يمكن استخدامها في تحقيق إرجاع اللسان ورفعه الازمين لهذا الإسداد وتؤدي العضلة المكية - اللامية (الشكل 4.86)، وهي عور عصلي مسسط يتصل بطرفي الفك الأسفل الداحليين، وظيفة قعر التجويف القمي.



الشكل 4.86 - العضلة المكية - اللامية من قعر الفم (ان العضلات المردوجة الواقعة تحت لعضلة الفك - اللامية هي الحواقي العظمية الداحلية للعضلة الشبطية التي العضلة الفك - اللامية هي الحواف البطني الداحلية للعضلة الشبطية التي تعمل على تضييق الفك. لم ناقش هذه العضلات في النص) يعصب هذه العضلة، كالأجزاء الداحلية للمصلات الشبطية الواقعة تحتها، الفرع الحكي - اللامي من العصب المثلث التوائم (العصب الخامس) الذي يعد عادة عصفاً حسياً ويرود المنطقة الوحشية بالأعصاب، لكنه يحتوي على هذا المكون الحركي يؤدي انقباض الألياف العضلية في العضلة المكية - اللامية إلى رفع قاع التجويف القمي مما يساعد على رفع مؤخرة اللسان الثقيلة في إصدار /k, g, ɣ/. يقارن الشكل (4.86) بين مواقع نطق أصوات الوقف الشموية، السحوية، والحكية - الحلقية



الشكل 4.86 مكان نطق أصوات الوقف الشفوية، السحجية، والحكية - الحلقية

وعندما يرتفع ضغط الهواء في التجويف على نحو كافٍ لإصدار صوت الوقف ترغمي العضلات المسؤولة عن الأسداد مما يسمح بانطلاق الهواء وبالإضافة لذلك، ربما كانت هناك عضلات منحرفة في عملية تحرير الهواء. وعالماً ما تكون أصوات الوقف الواقعة في نهاية الكلمة غير انفجارية (غير متبوعة بدفقة هوائية). حيث يصعب الأسداد، لكنه يمكن للمكلم الحفاظ ببساطة على الإنسداد النطقي الذي صعبته الشفتان أو اللسان ويبدو شيئاً متكلماً أو غير طبيعي أن تتبع أصوات الوقف في كل مرة نقول فيها «tap» أو «het» بدفقة هوائية على الرغم من أننا نميل أكثر إلى اتباع [k] في «Sack» بدفقة هوائية وفي جهود ناجحة لتقليل جهداً إلى حله الأقل، ننطق كلمات مصوتة وقف معاً بتحرير واحد متنوع بدفقة هوائية واحدة. إننا نخلق للوقف الأول، وخلال الإنسداد نتحرك إلى مكان النطق الثاني وتصدر الدفقة الهوائية التابعة للوقف الثاني فحسب.

وهناك صوت وقف سابع، وهو الوقف المزماري الذي غالباً ما نسمعه على الرغم من عدم الاعتراف الكامل به في اللغة الإنجليزية (ناقشنا الوقف المزماري في القسم المتعلق بالنطق) إن مكان إنسداد المحرى الصوتي هو المزمار. وهو الصوت

الذي يصدره جيمي كونر «Jimmy Conners» في كل إرسال في لعبة التنس وهو الصوت الذي سُمع بعض سكان نيويورك يستعصبون به عن /v/ في «bottle» [basl]، وكذلك تصبح «rotten» [rasn] في كلام العديد من الناس تشير النقطة تحت /v/ و /r/ إلى أنها صامتان مقطعتان. إن درجة رنينها العالية تمكنها من أن يجلّ عمل صائت بوصفهما نواة مقطعية.

تتألف أصوات الوقف من ناحية سمعية من ثلاثة أحداث: الإنسداد، والتحرير Aspiration وفي بعض الأحيان (ضجيج انطلاق الهواء). هناك صمت أو سكون خلال فترة الإنسداد في أصوات الوقف غير المجهورة، وفي بعض الأحيان، هناك صوت مخفّف في حالة أصوات الوقف المجهورة، لكنه هناك فجوة سمعية / صوتية ملحوظة في نمط التشكيلات الموجية المميزة في كل من حالات أصوات الوقف غير المجهورة والمجهورة. يقارن الشكل (4.87) أطيف أصوات الوقف غير المجهورة بأطيف أصوات الوقف المجهورة.



الشكل 4.87: صور طيفية لأصوات الوقف المجهورة وغير المجهورة مع [a] وهي: [apa]، [aba]، [ata]، [ada]، [aka] و [aga] لاحظ السكون، أو الفجوة أثناء الإغلاق (الإنسداد) وسجد الدفقات الهوائية التي تشير إلى تحرير الإنسداد أكثر وضوحاً في أصوات الوقف غير المجهورة منها في أصوات الوقف المجهورة.

لاحظ المحو، وفترات السكون التي تحدث خلال اسداد التحويف الممي .
وعندما يتحرر الضغط الهوائي، الذي تريد حلف الإسداد، نحد أن هناك دفقة
هوائية تدو عالماً مثل نضة عارة في الطيف الصوتي لأنها لا تأخذ سوى وقت قصير
جداً للعانة ولكنها تعطي طبقات واسعة من الترددات ونجد تأكيداً للترددات العالية
في /v/ و /d/، وتأكيداً على الترددات المنخفضة في /p/ و /b/، ويتنوع تأكيد الترددات في
/k/ و /g/ وعالماً ما تتبع الدفقة الهوائية بمستوى ما من الضجيج بوصفه علامات
عشوائية في الطيف الصوتي وعلى الحملة، تتمتع دفقات أصوات الوقف غير المجهورة
الهوائية بشلة أكر من قرائنها المجهورة

يمكن رؤية الاختلاف في التزامن بين /p,t,k/ و /b,d,g/ الذي يسميه ليسكر
وأرميسر بـ «لحظة الجهر» (vo1)، علماً يلحق أصوات الوقف الأمامية صائت نحد
أن الوقت بين النضة العارة التي تمثل الدفقة الهوائية، وبداية جهر التشكيلات الموحية
المميرة التي تمثل الصائت اللاحق، غير مهم أو حتى سلب في حالة أصوات الوقف
المجهورة

يعني فب (vo1) العلية أن الجهر (ددة الحبال الصوتية) بدأ قل الدفقة
اهوتبه ونتمتع أصوات الوقف غير المجهورة الواقعة في بداية الكلمة في التحليزية
نقيم vo1 موحية، حيث أن هناك تأخيراً طويلاً نسبياً بين تحرير الدفقة الهوائية وبداية
جهر التشكيلات الموحية المميرة، وبذلك يمكن فهم التميز بين أصوات الوقف غير
المجهورة وأصوات الوقف المجهورة في بداية الكلمة بوصفه مقارنة في التزامن بين
مفتاح الإسداد العلفي وبداية ددة الحبال الصوتية ونستخدم اللغات الأخرى تانياً
ترامساً مختلفاً فعلى سبيل المثال تتميز الإسبانية نقيم vo1 أصغر من تلك الموحدة في
لإتحليزية، وتكون أصوات الوقف غير المجهورة /k,t,p/ أقل اتعاً بدفقات هوائية،

وتتمتع أصوات الوقف المحهورة بقيم vot سالبة حيث تحدث دبدبة الحبال الصوتية أثناء الإغلاق، ومن ثم قل الدفقة الهوائية.

والتأثير السمعي الأخير لأصوات الوقف هو تعبير عابر سريع في حالة التشكيلات الموحية المميزه الثابته نسبياً في الصائت المجاور. تعكس تعبيرات التشكيلات هذه تعبيرات الرين عندما يعبر المجرى الصوتي شكله من الإسداد اللازم لصوت الوقف إلى الشكل الأكثر انفتاحاً للارم للصائت وهكذا نجد أن السمات السمعية الممكنة المميزة لأصوات الوقف عدة: السكون، وعمود الجهر، والدفقة الهوائية، *Aspiration*، vot والتعابير السريعة في التشكيلات الموحية المميزه. متناقش، فيما بعد، في فصل إدراك الكلام، أهمية هذه السمات الزائلة عن الحاجة

Fricatives

الأصوات الاحتكاكية (الإحتكاكيات)

يمكن إنتاج العديد من أنواع الضجيج في المجرى الصوتي من خلال إرسال تيار الهواء التنفسي (مجهوراً أو غير مجهور) عبر أماكن صيقة مُشكّلة ضمن المجرى الصوتي يجب أن يكون التيار الهوائي قوياً على نحو كافٍ، وأن يكون المضيق صيقاً على نحو كافٍ أيضاً. يخلق الصوت الاحتكامي (اهترارات صحيفية عشوائية في التيار الهوائي) تعتمد الأصوات الاحتكاكية في الكلام، كما هي الحال في صفير الحمار الخارج من المشدع، على ضغط تيار هوائي مستمر عبر ممر صيق. وهناك أربعة أماكن نطقية رئيسة تستخدم لإنتاج المصائت في الإنجليزية وهي: السي - الشفوي، اللساني - السنخي والحلفي. يوضح الشكل (488)، على نحو تخطيطي، مواقع المصائت الأربعة.



الشكل 4.88 مكان نطق الأصوات الاحتكاكية في الإنجليزية - الأمريكية - الهندي - الآشعوي، اللساني - السي - السنخي والحلفي

يصبح التيار الهوائي مسموعاً عند نقطة المصيق إن كان المزمار مفتوحاً، وأما إن كان المزمار مغلقاً بذبذبة الحبال الصوتية، فإن النتيجة تكون صوتاً ذا مصدرين: الصوت الدوري لذئدة الحبال الصوتية، والصوت اللادوري للصوت الاحتكاكي. يجب أن تنقبض العضلة الحلقية الرافعة مغلقة المباء الأنفي - البلعومي على نحو يمنع أي تسرب للهواء كي يمكن تطوير ضغط هوائي كاف في التجويف الفمي لإصدار الصوت الصجيجي. وهذا مهم، خاصة، في أصوات الوقف، والاحتكاكيات وأصوات الوقف - الاحتكاكية.

يتطلب الاحتكاكيات الشفويان - السنيان /v/ و /w/ كما في «Fan» و «Van» تعصيب العصب الوجهي (العصب القحفي السابع) للعضلات المناسبة في القسم السفلي من الوجه بما في ذلك العضلة القمية المدارية الداخلية) كي يقترب بالشفة السفلى قريباً من الأطراف الداخلية للقواطع العليا المركزية (الوسطى). بينما يتشكل الاحتكاكيات اللسانيان - السنيان /θ/ و /ð/ كما في «thigh» و «thy» من خلال دبو رأس اللسان من القواطع العليا. ولا تختلف «الإستراتيجية» هنا كثيراً عن تلك المستخدمة في الشفويين - السنيين لكن النشاط الحركي هنا يتمركز في مجموعة عضلات اللسان. وتلعب العضلة الطولانية العليا الدور الرئيس (تعصيب العصب الثاني عشر). وليست الاحتكاكيات /θ, θ.V.F/ متشابهة في طريقة إصدارها فحسب، ولكنها متشابهة أيضاً، نتيجة لذلك، في صفاتها السمعية، كما ساقش ذلك عدد قليل.

وينتج الاحتكاكيات السحيان /s, z/ والاحتكاكيات الحلقيان /ʃ, ʒ/ على نحو مختلف قليلاً، وقد أكتسبها صفتهم المسهسية المميزة - الامرة بالسكون - عنواناً فرعياً صم الاحتكاكيات وهو «الاحتكاكيات الصغرية». دعنا نحلل أولاً إصدار [s] و [z] كما في «Sue» و «Zoo». يقع المصيق هنا بين الحافة السحية واللسان، لكن المتكلمين يختلفون في جره اللسان الذي يرفعه كل منهم، يشكل العديد من المتكلمين المصيق بين رأس اللسان والحافة السحية، في حين يثني بعضهم الآخر رأس اللسان خلف القواطع السعالية محدناً سطح اللسان نحو الأعلى، ومن ثم يتشكل المصيق بين عضل اللسان والحافة السحية. اضغط على رأس لسانك، يمكنك تعديل تحسس أين هو،

وحاول أن تحدد موقعه بالنسبة لأسنانك وأنت تظن [s] هل هو خلف القواطع العليا، أم في الأسفل خلف القواطع السفلية، أم أنه في موقع وسط بين الموفعين السابقين

عالمياً ما يتشكل أحودود في [s] و [z] على طول حط منتصف اللسان كي يبحر أو يوجه التيار الهوائي ويحدث هذا الأحودود من خلال ملازمة أطراف اللسان حواف الأسنان، وهناك مصيق آخر مهم في إصدار الاحتكاكيات السحبة، حيث يجب أن تكون الفتحة بين القواطع العليا والقواطع السفلى صيقة وتظهر أهمية هذا المصيق أكثر في الصعوبات التي يلاقيها من فقد أساسه الأمامية أو فتح فاه في إصدار [s] و [z] في المجموعات العضلية المساهمة في هذه الحركات هي عضلات الفك واللسان، معتمدة طبعاً على مواقع اللسان والفك مع بداية النشاط الحركي في /s/ و /z/ وتكون عضلات الفك المعلقة (وهي العضلة الجناحية الوسطى أساساً، الشكل 489) التي يرودها الفرع الفكي للعصب الثالث التوائم (العصب القحفي خامس) بالأعصاب، وعضلات اللسان الرافعة (العضلة الدقية - اللسانية والعضلة اللسانية - درقية) أكثر نشاطاً أو أقل



الشكل 4.89 مظهر جانبي للعضلة الجناحية الوحشية والعضلة الجناحية الأنسية تعمل لعضلة الأنسية على رفع الفك أثناء الكلام في حين تعمل العضلة الوحشية الجناحية، وهي عضلة مركبة، على جر اللسان إلى الأمام. لا تعهم وظائفها أثناء الكلام إلا على نطاق محدود لعبية و - ن عي نص

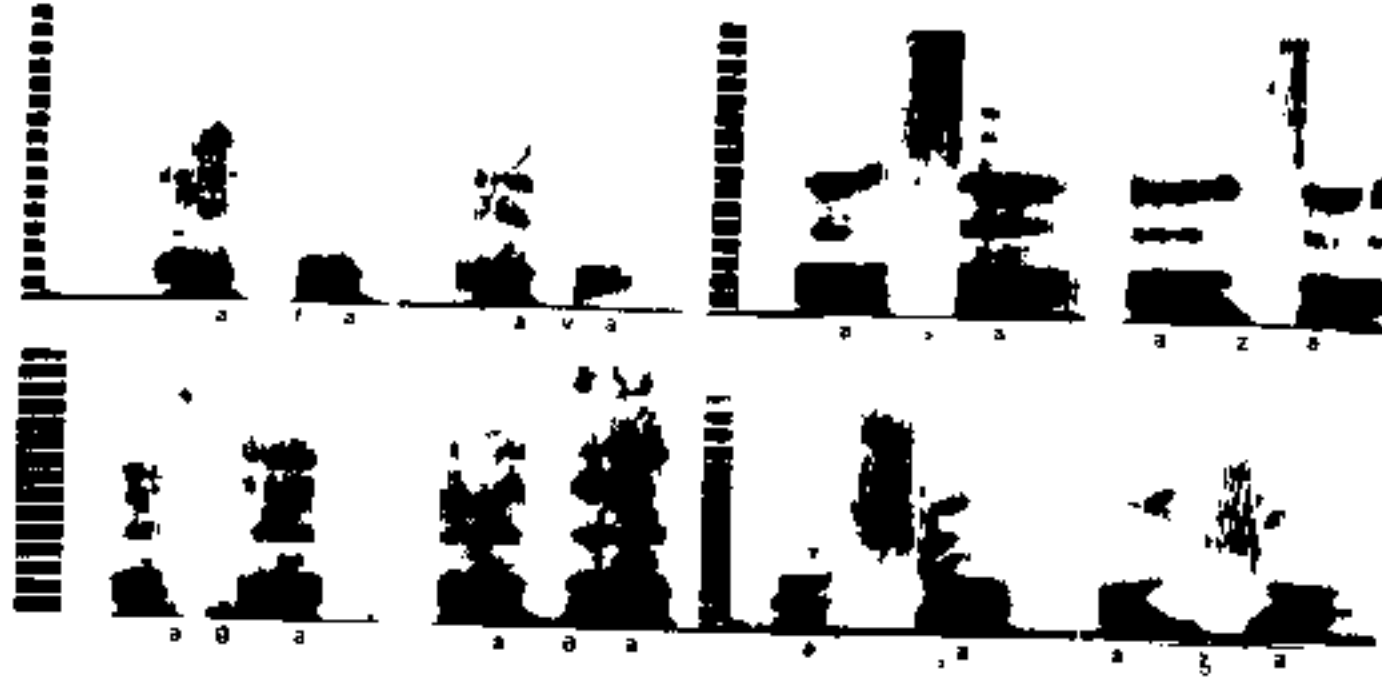
ويختلف غط النشاط العصلي ضمن عضلات اللسان نفسه أيضاً وفقاً للأساليب الشخصية في تشكيل المصيق السنجي يُظهر المتكلمون الذين يرفعون رأس لساهم إلى الأعلى نشاطاً أكثر في العضلة الطولانية العليا، بينما يبدي المتكلمون الذين يخفضون رأس لساهم إلى الأسفل انقاصاً شطاً في العضلة الطولانية الداحلية (السفلى)

يشبه الإحتكاكيان الحلقيان /ʃ/ و /ʒ/ كما في «shoe» و «azure» /æ/ و /z/ تماماً حيث يتشكل المصيق إلى الخلف قليلاً ويكون الانفتاح أكثر عرضاً قليلاً، ويمكن للشفتين أن تكونا مدورتين قليلاً أيضاً وبما أن شكل الشفتين أقل أهمية في /ʃ/ (حيث تقيان مسوطين أحياناً، دون الحاجة الماسة لذلك) حاول أن تصدر /s/ شفتين مدورتين حرك لسائك باتجاه الخلف ببطء، وسع المصيق، متصدر /ʃ/ عندئذ وعالماً ما يحصل ارتباك في نطق هذين الإحتكاكيين ووفقاً لدراسات الصوت الشعاعية عند صتبيلي «Subtenly» فقد بلغ متوسط المصيق السنجي في /s/ حوالي 1 ملم، بينما بلغ مصيق القواطع حوالي 2-3 ملم ربما كان طول المصيق السنجي (2,5 سم) أكثر أهمية من عرصه. ويتيح عن نطاق واسع من الفتحات التي تتجاوز تلك اللارمة لـ /s/ أصوات من غط /ʃ/ ولذلك فإنه ليس مذهشاً أن الخطأ الطقي السائد هو حصول /ʃ/ في مكان /s/ وليس العكس

هناك إحتكاكي آخر تأسه أقل في مخطط الصوتيات النطقية انه /h/ المهموس فهو إحتكاكي، وموضع المصيق هو الحجره، وفي الممرار على نحو محدد وهو غير مجهور عادة كما في /hat/، ولكن يمكن سبهره عندما يقع بين صوتين مجهورين كما في «a» «head» على سبيل المثال. إن الحركة الوحيدة المطلوبة لذلك هي التقريب بين الحبال الصوتية. ويسيطر عليها المقربات والمعدات الحجرية (تقريب الحبال الصوتية من محورها أو تبعتها عنه). يأخذ المجري الصوتي أثناء إصدار /h/ الشكل اللارم للصائت اللاحق. يكون شكل المجري أثناء إصدار /h/ في «heat» و «hot» شكل /h/ و /a/ على التعاقب.

الإحتكاكيات أصوات متصلة؛ حيث يمكن تطويلها على عكس أصوات الوقف وعلى عرار الأصوات الكلامية جميعاً تكون الإحتكاكيات نتاج مصدر صوتي

(وفي بعض الأحيان مصدرين) يتغير عمر محول مرنان ويتحول أكثر نتيجة الإشعاع الصوتي عند المحرّج (الشفّتين). إن مصدر الضجيج الاحتكاكي هو المصيق. وقد أظهر هير (Heinz) و (ستيفنز) أن الصفات الرئيسية للمصيق والمحرّج الصوتي قبل المصدر الصوتي تقرر الطيف الصوتي عند الشفّتين على نحو كبير. يظهر الشكل (4.90) الأطياف الصوتية للاحتكاكيات.



الشكل 4.90 أطياف الاحتكاكيات الصوتية

ويمكن للوهلة الأولى ملاحظة أن القدرة الاحتكاكية منخفضة جداً في $1000/1$ و $1/10$ ، لكنه رغم القدرة المنخفضة نجد أن النطاق الترددي عريض أو واسع. أما الاحتكاكيات الصغيرة فإنها تتميز بنطاق أصيق من الترددات العالية وقدرة صوتية عالية. يتمثل الفرق في الشدة بين الاحتكاكيات الشفوية - السنية واللسانية - السنية وبين الاحتكاكيات السنية والاحتكاكيات الحلقية في الأطياف بسواد الاحتكاك الحاصل. نجد أن معظم القدرة الصوتية في $1/8$ هي فوق أربعة كيلوهرتز، بينما نجد أنها في $1/5$ متمركزة حول 2500 هرتز أو أكثر بقليل. إن المرنان المؤثر في $1/5$ أطول

من ذلك المؤثر في /s/ ومن هنا تأتي تردداته المحمصة التي لا يسسها موضع المضيق الحلقي. نأين طوله أيضاً (طول المضيق) الذي يمكن أن يسسه تدوير لشفيتين ولإعطاء مثال لإنتاج الصوامت بطريقة المصدر - المصفاة؛ دعنا بفصل الإساح السمع لـ /s/ تماماً كما فعلنا في /h/ و /l/ في الصوائت. تشتق الأقطاب أوريين /s/ من تردد المضيق الربيعي الطبيعي ونردد التحوييف الربيعي الطبيعي أيضاً أمام المضيق. يظهر الشكل (4.90) مظهر مجرى صوتي مناسب لإنتاج /s/



الشكل 4.91 أثر صم من منظر جانبي لصورة شعاعية للمجرى الصوتي أثناء إصدار /s/ تمثل القطعتان السوداءان كرتين وصا صتين. حُلَّت حركة اللسان من خلال اتداع حركة الكرتين من شكل لآخر

يمكن اعتبار المضيق الضيق يرن مثل أي أسود مفتوح الطرفين، وبذلك يحصل أذن ترده ربيعي على موجة طولها (λ) يساوي ضعف طول الأنبوب وإذا ما استخدمنا مقاييس صتييلي فإن ذلك سيسلوي 2 × 2.5 أو 5 سم، ومن ثم فإن التردد الربيعي الطبيعي لمثل ذلك الأنبوب سيساوي حوالي 6880 هرتز

$$\text{التردد} = \frac{\text{سرعة الصوت}}{\text{طول الموجة}} = \frac{34,400}{5 \text{ سم}} = 6,880 \text{ هرتز}$$

إن مصدر الصحيح الاحتكاكي هو حواف المضيق الداخلي ويمكن تشبيه

التجويف المليء بالهواء الواقع أمام المصدر الصحيحي بأسوب معلن من أحد طرفيه لأن المصيق ضيق للغاية عند المصدر

إن الأنايب المعلقة من أحد طرفيها والمفتوحة من الطرف الآخر هي أرباع مربعات موحية وليست أنصاف مربعات موحية؛ ويمكنك تذكر ذلك من الفاش السابق طول الإصدار الطهي، ومن ثم نجد أن رين التجويف الداخلي يقارب 8600 هرتز

$$\text{التردد} = \frac{\text{السرعة}}{\text{طول الموجة}} = \frac{34,400 \text{ سم}}{4 (1 \text{ سم})} - \frac{34,400}{4 \text{ سم}} = 8600 \text{ هرتز}.$$

لا يمكن سماع رين التجويف الخلفي بسبب صيق المصيق وهكذا لن يكون هناك سوى قدرة قليلة دون 4000 هرتز إن الرين الذي ~~يتميز~~ يتجه دون أربعة كيلو هرتز سيلغنه رين التجويف الخلفي ~~الضاد~~ لقد رأينا أن معظم القدرة ~~في~~ /s/ تقع فوق 4000 هرتز؛ بينما نجد في /r/ فوق 2500 هرتز

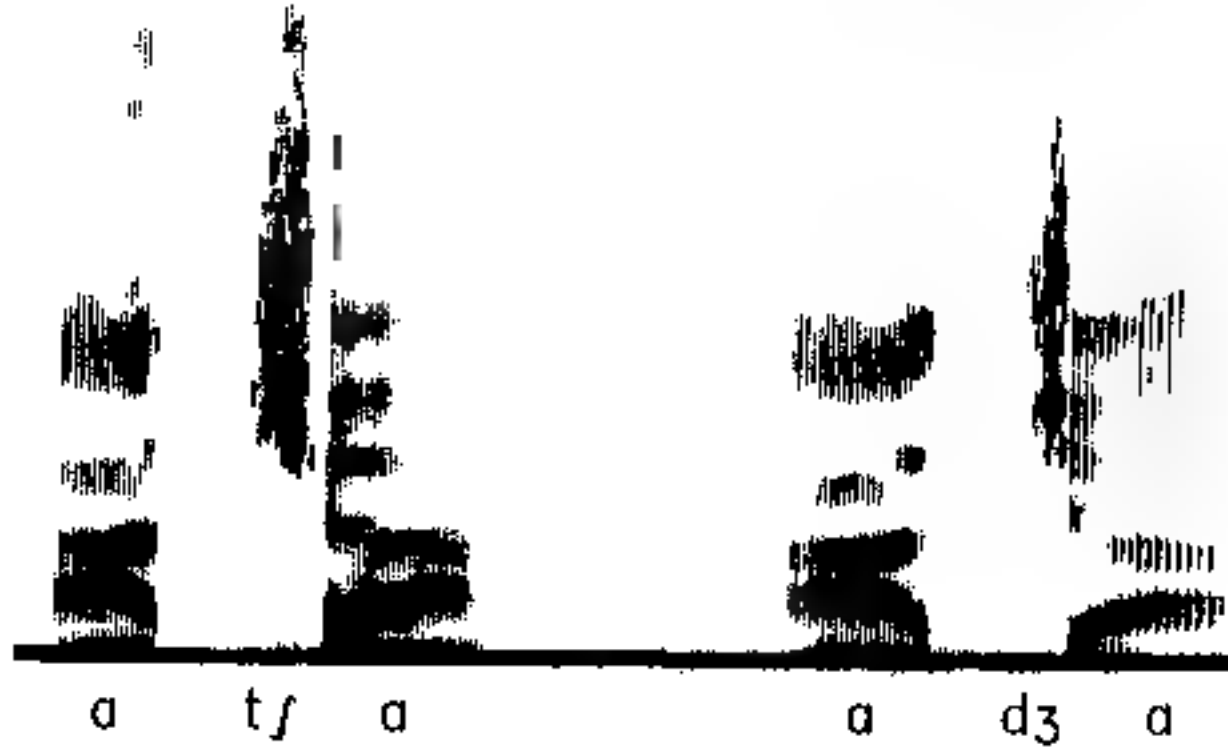
يروى الدال «laldall» أنه عندما تقع /s/ بجوار صوت وقف، يتغير حد الصحيح الأدنى الإحتكاكي شيئاً بذلك تكيف المجرى الصوتي المصنوع أثناء إصدار الإحتكاكي يحفض الحد الترددي باقتراب المجرى الصوتي من الإغلاق الشفوي، ويريد تردده خلال اقترابه من أصوات الوقف السحية، ويبقى ثابتاً في أصوات الوقف الحسية.

Affricates

أصوات الوقف الإحتكاكية

هناك صوتان من هذا النوع في الإنجليزية [tʃ] و [dʒ] كما في «chair» و «jar». وصوت الوقف الإحتكاكي هو مجرد صوت وقف تحرير إحتكاكي حيث نسمع الإسداد السحي كما في /t/ أو /d/ ولكن عندما يحرر المتكلم الإسداد يصدر صوتاً صحيحاً إحتكائياً. وتكون الشفتان مدورتين قليلاً ويتراجع اللسان قليلاً كما هي الحال في التصيق الذي يصدر عنه /tʃ/ يظهر الشكل (4.92) النتائج السمعية

شوقه للإسداد (مخطوطها الجهرية في /dʒ/ والصمت أو السكون في الإسداد في /tʃ/، والسفحة أو بداية الصحيح المباحته وفترة الإحنك



الشكل 4.92 صور [atʃa] و [adʒa] الطيمية

الأصوات الكلامية الإنجليزية English Speech Sounds

بعد أن القنا نظرة عامة على أصوات لغتنا (الإنجليزية)، ربما كان مفيداً المقارنة بين طريقتين طريقة نطقها ومكانها في المحرى الصوتي، والثانية مناقشة بعض الطرق التي يؤثر فيها الواحد بالآخر في السياق ويرسم مكان نطق الصوت عادة مجرداً عن مكان نطق الصوامت لقد رأينا مثلث الصوت أو رباعيها في الشكل (4.74)، يمثل المحور العمودي في الشكل (4.93) أسلوب النطق، بينما يمثل المحور الأفقي مكان نطق الصوامت

مزماري حلقى حكي خلقي سنخي سي مسخي سني شعوي الشعوي كلتا الشفتين

	Both Lips (bilabial)	Lip—Teeth (labio- dental)	Tongue— Teeth (lingua- dental)	Tongue— Ridge (alveolar)	Tongue— Hard Palate (post- alveolar)	Tongue Blade— Palate (palatal)	Tongue— Velum (velar)	Glottis (glottal)
Stops	p b			t d			k g	أصوات الوقف الأصوات المستمرة
Continuants								
Fricatives	s	f v	θ ð	z	ʃ ʒ		(x)	الإحتكاكيات
Frictionless Sounds								اللاحتكاكية
Nasals		m		n			ŋ	الأصوات
Laterals				l				الأصوات الخالية
Glide- semivowels		w			r		(w, r)	أنصاف الصوائت
Affricates					tʃ dʒ			الوقف - الإحتكاكية

الشكل 4.93 تصنيف أصوات الإنجليزية الأمريكية تظهر الصوائت غير المجهورة في يسار

كل عمود، وتظهر الصوائت المجهورة على اليمين يسما تظهر أشكال

الصوت الثانوية نفسها ضمن أقواس موصوفة

ولعل جزءاً من المسعى لتنظيم المصطلحات المستخدمة في الصوتيات السمعية والنطقية ما قام به بيترسون وشوب «Peterson & Shoup» حين رتبوا الأصوات الكلامية وفقاً لمكان النطق على نحو مثير. يمثل الشكل (4.94) شكلاً معدلاً لشكلها حذفت منه كافة الأصوات ما عدا الإنجليزية. يمثل المحور العمودي مجرى صوتياً مغلقة تماماً في القمة، ويتقدم نحو مجرى مفتوح في القاعدة وأصلاً بين الأصوات التي تمتلك طريقة نطق متشابهة. فلو تتبعنا، مثلاً مستوى أصوات الوقف عبر المخطط وحول الزاوية، فإننا نستهي بصوت الوقف المزمري. بينما تمثل مكان النطق أفقياً من خلال البعد الأمامي - الخلفي. يوحد «مكان النطق العمودي» ارتفاع اللسان مع وصف طريقة نطق الصوائت.

مكان اللفظ الألفي

اللفظ	الأنواع	مكان اللفظ الألفي					
		LABIO-BILABIAL	DENTAL	LINGUA-DENTAL	ALVEOLAR	PALATAL	VELAR
معلق	الألفي	m			n		ŋ
	الوقوف	p b			t d		k q
مصبوق	الوقف الاحتكاكي				tʃ dʒ		
	المزاحة		f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	
عالي	الصوائت	w			l	r ɹ	ʍ ɹ
متوسط							
منخفض							
مرمزي							

الشكل 494 مخطط بيرسون وشوب لأصوات الإنجليزية الأمريكية (راجع النص لعدد من المعترضات)

Sound Influence

التأثير الصوتي

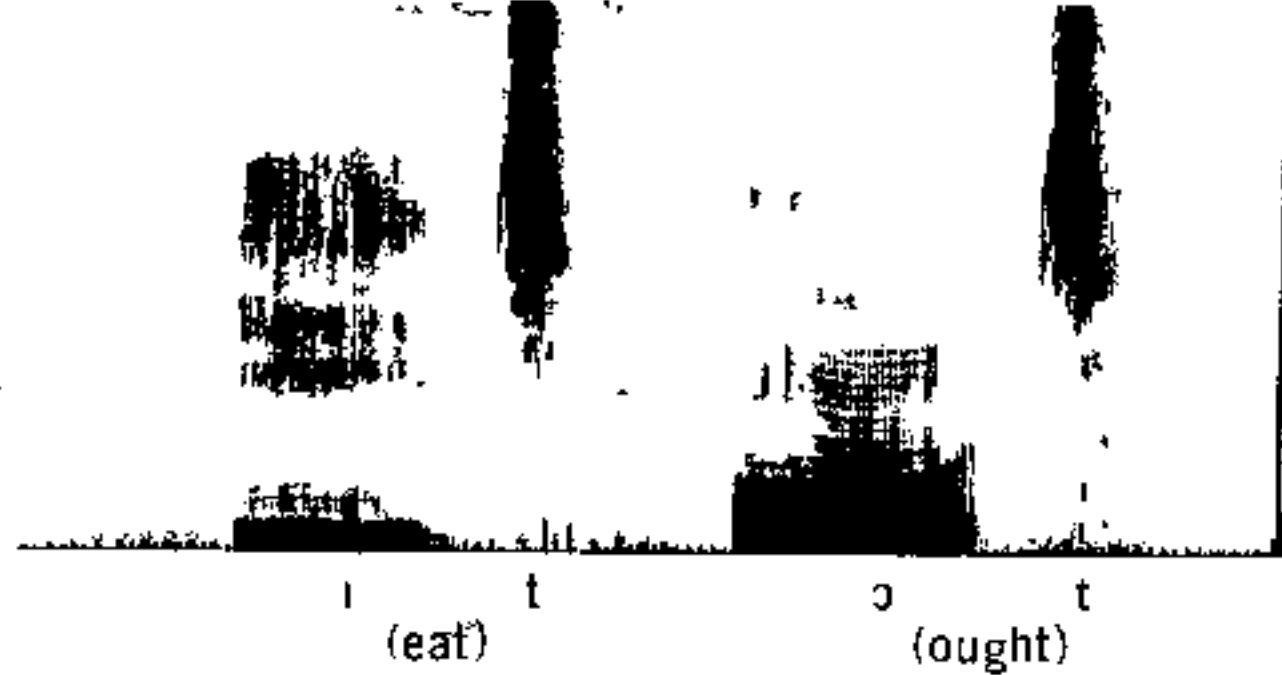
Adaptation

التكيف (التطويع)

الكلام تيار سمعي دائم التعير تصدره عمليات لفظية «ديناميكية». تتأثر الأصوات الكلامية في السياق، وتتغير متأثرة بأصواتها المحاورة والشياء الأساسية في فهم أفضل لإصدار الكلام هو دراسة هذه التأثيرات التي تتداخلها الأصوات فيما بينها كما يبدو واضحاً في السمعية، والحركات اللفظية ومعلومات نشاط العضلات وهناك ثلاثة مظاهر أساسية يمكن دراستها في التأثير الصوتي وهي: التكيف، والتماثل، واللفظ المشترك (المدحج) سعة فيها يلي أحد أنواع التأثير الذي احترق أن سمي هو التكيف، فالتكيف الصوتي هو اختلافات في الطرق التي تتحرك فيها أعضاء اللفظ إلى الحد الذي تغير التجاوب شكلها وفقاً لتعويجات المحاورة

تقرر مواضع عضو اللفظ وأشكال التحريف في صوت ما الحركات الضرورية لإصدار الأصوات الكلامية المحاورة وتظهر نتائج التكيف على نحو واضح في المصادر الفيزيائية السمعية والحركات ومادة حركة العضلات يعرض الشكل (4.95) دليلاً

سمعا للتكليف فحتى مصدر التشناد [t] في نهاية «eat» يحدث تغير بسيط نسبياً في شكل التجويف العمي ينتج عنه تغير صغير مفاحي، في التشكيل الموجي المميز الثاني، سما يتطلب الإنسداد نفسه معد [ɔ] تقصير المحرى الصوتي (الذي طَوَّل في [ɔ] ورفعاً لساياً أكثر كثافة ينتج عنه تغير كبير إيجابي في التشكيل الموجي الثاني وهكذا بعد أن طريقة إصدار كل [t] قد تكيفت وفقاً لشروط الصائت المجاور أو بيئته

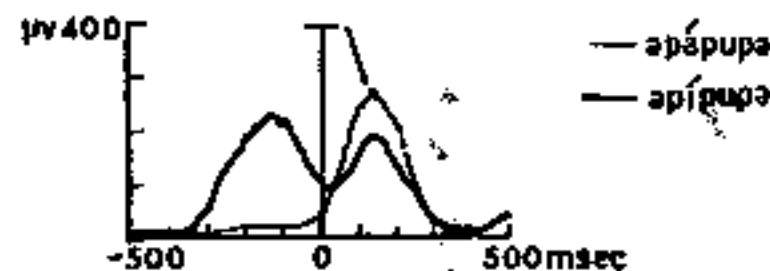


الشكل 4.95 تكيف سمعي ان تحول التشكيل الموجي الثاني من أجل [t] في «eat» صغير جداً بالمقارنة تحوله من أجل [t] في «ought»

وقد أظهرت دراسات الصور الشعاعية تأثيرات الموقع أو المكان على الحركة فعالباً ما تكون نقطة التقاء اللسان بالحنك لإصدار [k] في «key» أقل تراجعاً للحنك من تلك اللازمة لإصدار [k] في «caught»، لأن الصامت هنا يتكيف أيضاً مع شروط الصائت، وقد أعطى مكتبيج «Macneilge» نوعاً مختلفاً من الأمثلة وهو التكلم أثناء إطلاق الأسنان على أنبوب ويحدد هنا أن ارتفاع اللسان اللارم لإصدار الصوت السنخي، على منبيل المثال، يتكيف مع موقع الفك السفلي الأعلى مقارنة مع الحركة اللازمة لما عليه الأمر حين يكون الفم مفتوحاً والفك منحفضاً كما في إصدار /a/

أما على صعيد النشاط العصبي، فقد تنوعت تسجيلات النشاط العصبي المرتبطة بصوت كلامي ما وفقاً للسياق الصوتي وقد وحد «مكلينج» و «دي كلارك» «Mec»

Clark & |nollage تأثيرات منتشرة للصوائت أو الصوامت المتجاورة في إشارة تسجيل العضل الكهربائي (EMG) المرتبطة بصوت كلامي محدد. وثمة مثال للتكيف مستقى من عمل «بيل بيرتي» و «هاريس» «Bell-Berty & Harris» وهو نشاط العضلة الذقنية - اللسانية التي، كما تذكر، تقوم برفع كتلة اللسان وتقديعها. فقد وجد (الشكل 4.96) أن نشاط العضلة الذقنية - اللسانية أكبر في [u] بعد الصائت المنخفض [a] بالإضافة إلى صامت منه عندما تكون بعد صائت مرفوع مقدماً كما في [i] بالإضافة إلى الصامت نفسه.



الشكل 4.96: نشاط العضلة الذقنية - اللسانية في /u/ بعد [a] و [i]. فكمية النشاط تكون أكثر بعد [a] لأنه يجب على اللسان أن يقطع مسافة أطول. يشير السهم إلى قمة النشاط في 0 msec.

يجب أن يقطع اللسان مسافة أطول من الموقع المنخفض - الخلفي في [a] إلى الموقع المرتفع في [u]، وعلى نحو مماثل، عندما يكون اللسان في موقع مرتفع مقدماً في [i] تكون المسافة التي سيقطعها إلى [u] أقصر. وهكذا نجد أن المواقع النطقية في وقت ما تؤثر في النشاط العضلي اللارم لإصدار الحركات المستقلة. ويحد أن التكيف الناتج ظاهر في مستويات البحث الفيزيولوجية والسمعية (الفيزيائية) كافة.

وثمة حالة خاصة من التكيف تكون نتيجة التبديل في معدل سرعة الكلام. ينتج عن معدلات الكلام السريعة عجز اللسان عن الوصول إلى مواقع أهدافه. وقد أظهر لندبلوم (Lundblom) من تحليل أطراف الصوائت الصوتية أن معدلات الكلام السريعة تحيد أنماط التشكيلات الموجية المميزة باتجاه الصائت غير المنبور /v/ الذي يمكن اعتباره (allophone) لكافة الصوائت. ويكون التحديد عادة رقيقاً، لكنه يمكنك سماع تغير الصوت لو قارنت /æ/ في صيغة الاعتراض «But you have» مع /æ/ في العبارة الملفوظة بسرعة «you have seen it» والبيرة الأساسية موضوعة فوق «Seen».

ويسمى التكيف في شكله الأعظمي - المماثلة.

لقد نظرنا إلى التكيف على أنه يعني أن إصدار صوت كلامي معين يتوسع ويختلف وفقاً لأشكال المجرى الصوتي في الأصوات المجاورة. ولو مضى هذا التكيف إلى حد كافٍ، فإن صوتاً كلامياً يمكن في الواقع، أن يتغير ويصبح، إلى حد كبير، مشابهاً لجيرانه. يسمى هذا التغير في الصوت الكلامي بـ «المماثلة» - لقد وصف علماء الأصوات الكلامية بحرص ودقة عملية للمماثلة في الكلام. حيث تمتد سمة معينة من صوت إلى صوت آخر فعلى سبيل المثال، تمتد سمة /الجهو/ لتشمل /s/ في «husband» بسبب تأثير الأصوات المجهورة المحاورة وتمتد سمة الموقع الخلفي - السحي إلى /v/ السخية، عادة، في «think» لتصبح [θɪŋk]، ومن ثم يتشابه الأنهي مع مكان نطق [k] الأكثر تراجعاً أو خلعية.

ويمكن أن يكون التأثير إما توقعاً للصوت التالي أي مماثلة توقعية (ويدعى أيضاً مماثله من اليمين إلى اليسار) أو أن يكون مماثلة مؤجلة (من اليسار إلى اليمين) تستمر سمة مستمرة فيه حتى تشمل الصوت اللاحق يمثل حالة [θɪŋk] مثلاً للمماثلة التوقعية لأن [n] قد تحولت إلى [ŋ] توقعاً للصوت [k] يمكن توصيف المماثلة المؤجلة من خلال النظر إلى علامة الجمع بعد الصوامت المجهورة: حيث تبقى /s/ في «cats» [s]، لكنها تصبح [z] في «dogs» حيث يستمر الطهر في /g/ ليشمل /s/ فتصبح [z].

النطق المشترك (تكيف نطقي)

Coarticulation

يسمى نوع آخر من التأثير الصوتي الواضح في إصدار الكلام بالنطق المشترك والتعريف الدقيق والمحدد للنطق المشترك هو أن يتحرك عصوا نطقي لإصدار فويزيين مختلفين في الوقت نفسه ويختلف هذا عن التكيف (حيث يعبر عصو نطقي بمفرده حركاته وفقاً للسياق) وعن المماثلة (تغير صوت حقيقي) على الرغم من الاتصال الواضح بينهما ويمكن أن يشأ عن النطق المشترك احتلاط السمات الموجودة في التشابه لكنه يمكن للنطق المشترك أن يحدث من دون أي تغير في الصوت. ومن أمثلة النطق المشترك ما يحدث عندما يدور متكلم شفثيه في [u] وهو يقول «two» [tu] في

الوقت الذي لا يزال فيه اللسان شطاً في إصدار [u] ونجربة بسيطة سوف تثبت لك أنه من الممكن قول «two» بأسبقية شفتين مدورتين إلى حد كبير، كما أنه من الممكن تماماً قول «two» بقليل من تدوير الشفتين أو من دونة أثناء إصدار [u] وقد أكدت الدراسات السمعية، والحركية ودراسة تخطيط العضل الكهربائي وجود النطق المشترك وقد اكتشف كوزهيفتيكوف «Kozhevnikov» و «كشوفيتش» من الاتحاد السوفييتي، أنه يمكن لتدوير الشفتين من أجل [u] أن يبدأ في نهاية مقطع مؤلف من (صامت - صامت - صائت)؛ (bcv) إن لم تكن هناك حركة أخرى منافسة له وافترض أوهمان «Ohman» السويدي من دليل الطيف الصوتي أن اللسان يتحرك من شكل صائت إلى شكل صائت آخر، وتُفرض سمات الأصوات الصامتة على تلك الأشكال وتختلط السمات مع سمات الصوائت مع مرور الزمن، وهكذا يحدث النطق المشترك. وتؤكد الدراسات القائمة على الصور الشعاعية وجود النطق المشترك أيضاً، حيث يورد بيركل (Perkell) أمثلة أحدها البلق المشترك الحاصل في حركات الفك السفلي واللسان في نطق صوت أنفي وصائت كما في «not» [nɔ:t] فلو احتوى الصوت الأنفي على حركة اللسان، كما يفعل في /n/، فإن الفك السفلي يبقى حراً كي يتحرك لإصدار /a/ في الوقت نفسه. أما لو كان /a/ هو [a] فإن على الفك السفلي أن يتنظر حتى نهاية الانسداد السحي حتى يتحرك نحو الفتح اللارم لإصدار الصائت. وتتطلب أصوات الوقف، كما تعجب، ضغطاً هوائياً عالياً خلف الانسداد لا تتطلبه الأصوات الأنفية إن انحصار الفك السفلي المكسر قد يؤدي إلى صياح ذلك الضغط الهوائي ولو كان هناك عضو نطق حر في الحركة فإنه يتحرك عالياً وقد وجد دانييلوف «Daniiloff» ومؤل «Mott» أن الشفتين تتحركان لتحقيق التدوير اللازم لـ /a/ قبل عدة أصوات قبل الصائت وقد وجدت ميل رقي وهارس اللذان وصفا نشاط العضلة الشموية المدور في إصدار [u]، أن تدوير الشفتين يحدث في وقت ثابت نسبياً قبل حدوث الصائت، ومن ثم يتشابه النطق مع النشاط العضلي اللارم لإصدار الصامت أو مجموعة الصوامت التي تسبقه، لكنه لا يتأثر بعدد الصوامت التي تسبقه هنا وقد لاحظ أوهمان من ملاحظته للأطياف الصوتية أن اللسان يتصرف كأنه ثلاثة أعضاء نطق مستقلة لكنها متشاركة في النطق وهي قمة اللسان وبصله وظهره وقد أثبت بوردين «Borden» وجي «Gay»، من خلال دراسة تصويرية ملونة صحة هذه النظرية من

مادة بحث متعلقة بالحركة إذ يواصل الجزء الحر من اللسان، مثلاً، تحقيق الانحصاص اللآرم لإصدار [a] خلال إصدار صوت الوقف، ولو رُفع رأس اللسان لإصدار [i] فإن مؤخرة اللسان تنخفض في الوقت نفسه لتحقيق [a]. ولو اسخرط سطح اللسان في الإسداد اللازم لإصدار /v/ فإن مقدمة اللسان تكون قد بدأت قل في الانخفاض. ويمكن للسان أن يشارك في النطق مع نفسه. لكنه توجد اختلافات فردية أو عمّزة في أنماط النطق المشترك على أية حال.

ويكون التكيف والنطق المشترك من حركة مطقية إلى أخرى ولسع الإشار في الكلام العادي. وهو ما أسماء لبرمان، في كل من إصدار الكلام وفهمه، بـ «المعالجة المتوازية». إن الجمع بين التكيف والنطق المشترك هو الذي يجعل بث الكلام سريعاً وفعالاً مثل الرمز. ويجب عدم الخلط بين التحويلات القطعية الضرورية في البث السريع وتغير صوتي، مختلف ولكنه مثير ومهم، متأصل في تنوع المتكلمين، كما هي الحال في اللهجات. وهكذا يمكن أن يكون هناك حذف [laɪbrəri] بدلاً من [laɪbreri] في «library»، أو إضافات [aɪdeɪv] بدلاً من [aɪdɪdɪv] في «idea of»، أو إبدال في المكان أو القلب كما في [rɪks] بدلاً من [rɪsk] أو [lɪmɪks] عوضاً عن «larynx»، وتبدي كافة التأثيرات الصوتية للعيان أن الكلام لا يصدر كحركات السّبحة (حبات مرصوفة غير متصلة) صوت بعد آخر. نرى أن الأصوات تتشابه وتتدفق في جدول صوتي واحد دائم التعبير، وأكثر من ذلك، نجد مقيداً بتغيرات وتحويلات بطيئة مرصوفة عليه. وهذه التعيرات المفروضة عليه هي النظم والإيقاع وموسيقى الكلام.

السمات فوق القطعية (النظمية) Suprasegmental

إن سمات اللغة فوق القطعية أو النظمية هي تنوعات كبرى القطع المنفردة فهي توصع أو تفرض على كلمة، أو عبارة، أو جملة. إن السمات فوق القطعية التي سنتناقشها هي النبر، والتنغم والفترة، والوصل. لقد اعتبرنا الفونيمات أجزاء للكلام لكننا نعرف أن الفونيمات لا توجد على شكل وحدات منفصلة إلا في العقل. وبما أن نعرف اللغة، فإننا نعرف أيّاً من العائلات الصوتية تنصرف على نحو مغاير للآخرى، حيث يمكن مقارنة عائلة الصوت /p/ مع عائلة الصوت /v/ في العاظ مثل «pie»

و «tie»، أما في الكلام العادي فقليلاً ما توجد هذه الوحدات منفصلةً وتستخدم، أحياناً، صوتاً كلامياً مستقلاً للتعجب فنقول، «Oh»، أو عندما نسكت شخصاً ما بقولنا «Sh»، أما في الألفاظ كتلك التي في «pie» فإن الإصدار لا يتم مطلقاً بقول [p] وبعدها [ai] بسرعة. ومهما تكن سرعة [ai] بعد [p] فليس تكون أو تصحح [pai] أبداً ولأننا نفهم طبيعة الفونيمات المتشابهة في اللغة، فإننا نستخدم رموراً منفصلة للدلالة عليها في الكتابة على الرغم من اندماجها في الكلام وفي بعض الأحيان يقوم معلم حسن النية، بخطيء في هذا الكلام تابعاً لأصوات مستقلة كالأحرف المنفصلة الموجودة على الصفحة، بمساعدة طفل يعاني من صعوبات في تعلم القراءة، ووفقاً لذلك يسأل الطفل أن يلفظ [p] وبعدها [ai]. ويقوم الطفل طوعاً وعلى نحو متوقع بإصدار [paʔai] وتكرارها، ويتساءل المعلم عن معني إحقاق لفظ [paʔai] المتسارع من الحصول على [pai]. والجواب، طبعاً أن المتكلمين يصدرود أكثر من فويس واحد في الوقت نفسه، فبينما تنطلق الشعتان لتحرير الدفقة الهوائية يتقدم اللسان ويرتفع لإصدار الإنزلاق اللازم لإصدار الصائت الثنائي [ai] يصدر هذا البطق المشترك وحدة تعرف بـ «المقطع» وتعرف الألفاظ بأنها ألفاظ أحادية المقطع كما في «bat»، «eat» و «tea» وثنائية المقطع كما في «beyond»، «hidden» و «table»، ومتعددة المقاطع كما في «unicorn»، «statement» و «unsophisticated» التي تتألف من أكثر من مقطع واحد وقد يحدثك الناس عن عدد المقاطع من خلال المراكز الرئيسية المرتفعة في كل مقطع، أو ما يسمى سوى المقاطع إننا نعد كل نواة مقطعاً بغض النظر عما إن كانت مسورة أو غير مسورة يوحد في المثال التالي أربعة مقاطع ذات نبرة رئيسة، ولكن هناك ثلاثة عشر مقطعاً:

what wisdom can you find that
is greater than kindness?

من جان جاك روسو: إيميل؛ حول التربية (الثقافة) (1762)

يشكل النبر اللغوي إحدى السمات النظمية في اللغة الإنجليزية. تستخدم الإنجليزية النبر على نحو متباين: فكلمة «Permit»، حيث يقع النبر الرئيس فوق المقطع الأول، اسم يعني «وثيقة تعرف». أما «permit»، حيث يقع النبر الرئيس فوق المقطع الثاني، فهي فعل يعني «يسمح». يشار إلى النبر بجهود عضلية متزايدة، ومن خلال الشدة الصوتية، وطاقة الصوت، والفترة والتغير في نمط التشكيلات الموجية المميزة إغها إشارة مركبة. يتميز المقطع المنبور عن المقطع غير المنبور بجهود نطقية أكبر. وبتزايد التردد الأسامي، عادة، في المقطع المنبور. وتعكس التشكيلات الموجية المميزة في الصوتيات المنبورة انجازات نطقية للوصول إلى أماكن الهدف بالإضافة إلى النشاط العضلي الضروري الملازم، أما في النماذج غير المنبورة للصوتيات نفسها، فتتحدد التشكيلات الموجية المميزة عادة عاكسة عدم وصول أعضاء النطق إلى أهدافها أثناء حركتها. وتكون الصوتيات أطول زماناً في حال النبر وذات شدة أعلى، مسبها الأسامي الضغط الهوائي التحتنجري العالي يمكن الدلالة على النبرة بمجموعات مختلفة من هذه الدلائل ويمكن نقل النبر للتأكيد كما في الجملة التالية:

«It's not her mother; it's her mother in law»

(تكون النبرة الأسامية عادة على المقطع الأول من mother وليس على law)

يمكن لتغيرات النبر أن تسبب اختلافات في المعنى، ففي بعض الكلمات المؤلفة من مقطعين، يؤدي نقل النبر إلى المقطع الثاني إلى قلب الأسماء إلى أفعال كما في «exact»، «digest»، «contract»، «increase» والكلمة التي أوردناها قبل «permit». أما في الكلمات المتعلدة المقاطع، فهناك ميل إلى إبقاء النبرة الثانية للأفعال كما في «estimate»، «estimate»، بينما تفقد الأسماء النبرة الثانوية [estimat]. كما أن هناك ميلاً في اللغة الإنجليزية إلى التناوب بين المقاطع المنبورة وغير المنبورة حيث تحدث المقاطع المنبورة بفواصل منتظمة إلى حد ما.

التنغيم

Intonation

تمثل السمات النغمية جسراً مباشراً للمعنى لأنها تكشف مواقف المتكلم وأحاسيسه بطرق لا يمكن للمعلومات المعتمدة على الوحدات الصوتية وحدها أن تفعلها. وعلى سبيل المثال، يمكن للنبر عندما يستخدم للتوكيد، أن يعبر عن الاحتقار بالنسبة إلى الأطفال عامة «not that child» أو كره لطفل معين «not that child!». إن استخدام تعبير التردد الأساسي، الذي يعرف أو يدرك على أنه نمط التنغيم في عبارة أو جملة، مؤثر على نحو فعال في التعبير عن الاختلافات في الموقف (سرداد التردد الأساسي في الكلمات المنورة في المثال الآنف الذكر) وعن اختلافات في المعنى أيضاً. يمكن للفظ «Today is tuesday» من خلال تنغيم صاعد، حيث تزداد طبقة الصوت خلال «Tuesday»، أن يحول الجملة الإخبارية هذه إلى سؤال. تُبث المعلومات النظامية مع المعلومات المعتمدة على الوحدات الصوتية في الجملة «That's a Pretty Picture!». لكنه يمكن للسمات النغمية أن تشير إلى معانٍ متناقضة أو متعاكسة، لأنه يمكنها أن تعبر عن إعجاب حقيقي بالصورة أو السحرية الكاملة بها. يمكن فرض نمط التنغيم هذا (التعبيرات المستوعبة في التردد الأساسي) على جملة، أو عبارة أو حتى كلمة وتتميز الإيحائية الأمريكية عادةً بمحى تنغيمي صاعد «هايط» حيث تصدر طبقة الصوت خلال القسم الأول من اللفظ وتهبط عند نهايته. وهذا النمط صحيح عادة في الجمل الإخبارية والأسئلة التي لا يمكن الإجابة عنها بنعم أو لا!

Declarative sentence:

He left an hour ago.

[hɪlɪft ʌn ʔaʊr əɡəʊ]

جملة إخبارية عادر منذ ساعة

Question impossible to answer with yes/no:

How do you like it here?

[haʊdəʊ lʌk ɪt hɪə?]

سؤال لا يمكن الإجابة عنه بنعم أو لا

Special emphasis:

Wow!

[waʊ]

توكيد خاص

ومعنى سعيي آخر شائع في الإنجليز هو صعود درجه النعم عند هاية اللفظ
وتشير درجه النعم الصاعدة إلى سؤال إجابته نعم أو لا يمكن أن يشير أبصاً إلى أن
الجملة هي كاملة أيضاً.

Yes/no question:
Is it ready?
[ɪz ɪt 'reɪdi]

سؤال إجابته نعم/لا
هل هي جاهزة؟

جملة غير كاملة (ناقصة) عند فكر فيها

Incomplete sentence
As I think about it
[æz aɪ θɪŋk əbaʊt ɪt]

يمكن للمتكلمين أن يستجدوا النعمة الصاعدة لـ (hold the floor) خلال
مناقشة ولو توقف متكلم للتفكير في منتصف عبارة، ذات نعمة صاعدة، فيكون
احتمال مقاطعته من قبل ماقش آخر أقل بكثير مما لو وقع ذلك التوقف عند هبوط في
درجة النعم. تنتج درجة النعم الصاعدة أساساً عن نشاط متزايد للعصلة الحلقية -
الدرقية حيث تقوم بغط الحبال الصوتية من أجل إصدار دندنة متسارعة تراهن درجة
النعم المخططة بقصان درجة الشدة عند هاية ما يسميه لرمان «المجموعة التنفسية»،
يرافق انخفاض الضغط التحتججري انخفاض في الشدة والتردد الأساسي، يسمى
لرمان هذا النمط بـ «المجموعة التنفسية غير المعلمة». هناك خلاف حول إسهامات
الضغط الهوائي التحتججري السسية وتضاؤل نشاط العصلة الحلقية - الدرقية في
هبوط التردد الأساسي، وعندما تصعد درجة النعم عند هاية العبارة تكون هذه مجموعة
تنفسية «غير معلمة» راجع فقرة إصدار الصوت من هذا الفصل لمعلومات أكثر حول
العلائق الموجودة بين الشدة والتردد.

يمكن للتعليم أن يعلم تالياً نحوياً (هاية عبارة، سؤال صد إحصي)، وتغيرات
في المعنى وأن يشير إلى المواقف والأحاسيس فعلاً ما تترافق حالات الإنفعال، بما في
ذلك بعض أنواع الغضب وحالات الحماس، بتحويلات كبيرة في التعليم؛ بينما تنصف
الحالات الهادئة وحالات الخسوع، بما في ذلك بعض أشكال الحزن، والغضب،
والسأم تعبر طبقة صيقة في درجة التعليم وعالماً ما يعرف شعور الشخص
من خلال طريقة تعبيره عن مراده لعرصه أو رسالته، كما نعرفها من الرسالة نفسها

Duration And Juncture

الفترة (الأمدة) والوصل

لقد ذكرت الفترة القطعية في مناقشة الصوائت. تختلف الأصوات الكلامية في فترتها الجوهرية أو الفعلية، حيث تكون الصوائت الثنائية والصوائت الطويلة أطول من الصوائت القصيرة والصوائت غير المنبورة. وتكون الصوائت المستمرة والإحتكاكيات، وأنصاف الصوائت، طبعاً، أطول من الدفقات الهوائية لأصوات الوقف. وهناك، على أية حال، علائق أممية (تتعلق بالفترة) تمتد فوق قطع أكبر من الوحدات (الفوييمات) حيث تكون الصوائت أطول إذا وقعت قبل الصوائت المجهورة كما في «leave» مقارنة بـ «leaf». وتكون قبل الأصوات المستمرة كما في «leave» أطول أيضاً منها عندما تقع قبل أصوات الوقف كما في «leaf». وتترك القضية لبحث أعمق وأطول بشأن كون هذه العلاقة تكتسب اكتساباً أم تعلم تعلماً في اللغة الإنجليزية أم أنها وسيلة فيريولوجية.

إن السمة فوق القطعية الأخيرة التي تتعلق بالفترة هي الوصل. تنتج اختلافات الوصل عن اختلافات في الفترة مصحوبة بتغيرات صوتية أخرى من أمثلة الاختلاف في الوصل التشابه أو التباين بين «an aim» [ənˈaɪm] و «a name» [əˈneɪm]. هناك إطالة صغيرة للأنفي السنخي في الحالة الأولى وربما تدخل صوت وقف مزماري [ənːpeɪm] ولكنه ربما وجد في الحالة الثانية تكيف متزايد للصوت الأنفي [n] مع الصائت الثنائي اللاحق. تُدرس فروق الوصل واختلافاته ضمن جهد مبذول لإنتاج صوت مركب أكثر طبيعية وللحصول على فهم أفضل لقواعد إصدار الكلام وقوانينه

الأصوات الكلامية العربية

سبحاؤل في هذا القسم وصف الأصوات الكلامية العربية وصفاً دقيقاً
يقتصر الوصف على وصف أمكنة النطق وطريقة النطق. يمكن تقسيم أصوات
العربية، كما في سائر اللغات الأخرى إلى أصوات صائتة وأخرى صامتة أما
الأصوات الصائتة فتعرف في التراث اللغوي العربي بالحركات وتضم الفتحة المحضة
(القصيرة والطويلة)، والضمّة (القصيرة والطويلة)، والكسرة المحضة (القصيرة
والطويلة). منبداً بتقسيم الأصوات الصامتة وفقاً لأمكنة النطق.

الشفوية

تضم هذه الفئة الباء والميم:
إن عضو النطق الأهم في هذه الفئة هما الشفتان حيث تلتقيان التقاء محكما
تطلقان فيه لفترة وجيزة يرتفع في ضغط الهواء القموي ويصح أعلى من الضغط
الخارجي حيث يعبر عن طريق التجويف الإنفي في حالة للميم مرافقاً بدبنة في
الحبال الصوتية، بينما تفتح الشفتان تحت الضغط لإصدار الباء وهي مرافقة
بذبذبة في الحبال الصوتية أيضاً.



الميم (مجهورة) [m]



الباء (مجهورة) [b]

٢ - الشفوية السنية

وتتضمن هذه الفئة الغاء فقط والغاء صوت غير مجهور في العربية حيث ترتفع الشفة السفلى حتى تلامس تقريباً الأسنان العليا الأمامية



الغاء (غير المجهورة) [f]

3 - الأصوات السنية

وتتضمن في العربية التاء، والذال، والظاء. حيث يرتفع ذلق اللسان لومة لـ لتلامس الأسنان العليا الأمامية والتاء غير مجهورة في حين أن الدال والظاء مجهورتان



أعضاء النطق في التاء [t]، والذال [d] والظاء [z]

يشير الخط المتقطع إلى وضع مؤخرة اللسان في نطق الظاء [z]. وتسمى هذه الظاهرة بالنطق الثانوي وتعرف بالترخيم في التراث العربي التقليدي

4 - الأصوات السنية - اللثوية

وتتضمن هذه الفئة التاء، الطاء، الدال، الضاد، والنون إن أعضاء النطق الهلعة في هذه الأصوات هي ذلق اللسان لوطرقة والحافة اللثوية. ويرتفع مؤخر اللسان نحو الحنك الرخو في الصوتين المرخمين: الطاء والضاد في حين يخلق التجويف القمي ويخرج التيار الهوائي عبر التجاويف الأنفية في حالة النون. الدال والضاد مجهورتان وكذلك النون أما التاء والطاء فهما غير مجهورتان



الذال [ð]، والياء [j] الصاد [s] والطاء [t] النون [n]

يشير الخط المتقطع في الرسم الأوسط إلى ارتفاع مؤخر اللسان نحو الحنك الرخو بالإضافة إلى أعضاء النطق الأسامية وهكذا نحصل على الترحيم في الصاد والطاء

5 - الأصوات اللثوية

وتضم هذه الفئة السين [s]، الصاد [s]، الزاي [z]، الراء [r] واللام [l] وأعضاء النطق الهامة في هذه الفئة من الأصوات هي طرف اللسان أو ذلقه والحافة اللثوية. السين والصاد غير مجهورتان في حين أن الزاي، الراء واللام مجهورة



السين [s]، الزاي [z] الصاد [s] الراء [r] اللام [l]

يشير الخط المتقطع في الرسم الخاص باللام بأن التيار الهوائي يخرج من أحد جانبي اللسان أو كليهما

6 - الأصوات اللثوية - الحنكية

وتضم هذه الفئة من الأصوات الشين [ʃ] والجيم [j]. وأعضاء النطق الهامة في إصدار هذين الصوتين طرف اللسان وبهاية الحافة اللثوية. والجيم صوت وقف - احتكاكي. أي يبدأ بشيء من التاء وينتهي شيء من

الشين. ولذلك فإن مكان نطقه الدقيق يقع بين مكاني نطق التاء والشين. والشين غير مجهورة في حين أن الحيم مجهورة.



الحيم [s]



الشين [ʃ]

7 - الأصوات الحنكية اللينة

وتتضمن هذه الفئة الكاف والحاء والغين. وأعضاء الطلق الهامة في هذه الأصوات هي: مؤخر اللسان والحنك الرخو (اللين). والكاف غير مجهورة وكذلك الحاء في حين أن الغين مجهورة.



الغين [x]



الحاء [ħ]



الكاف [k]

8 - الأصوات اللهوية

ونجد في هذه الفئة القاف فقط. وأعضاء الطلق الهامة في نطق القاف ومثيلاتها في اللغات الأخرى هي مؤخر اللسان وأذن الحلق واللهاة، وهي غير مجهورة.



القاف [ق]

9 - الأصوات الحلقية

ونجد في هذه الفئة الصوتية الحاء والعين.
أما أعضاء النطق الهامة في إصدارهما فهي جذران الحلق حيث يحدث تضيق
بسبب تراجع جذر اللسان وارتفاعه قليلاً في الحلق. والحاء غير مجهورة في حين أن
العين مجهورة.



العين [ع]، الحاء [ح]

10 - الأصوات الخنجرية

وتتضم هذه الفئة في العربية الهاء والهمزة.
ومصدر هذين الصوتين هو الخنجرة حيث يحدث ضيق في الخنجرة مما يسبب إلى
حدوث احتكاك نسمع فيه الحاء، بينما يخلق التوتران الصوتيان الفجوة المزمارية لفترة
وجيزة يرتفع معها الضغط الهوائي دونها ويتعدان عن بعضهما فجأة فنسمع الهمزة.
والهمزة والهاء صوتان غير مجهوران. وفي الواقع يتخذ الجهاز الصوتي عموماً - أثناء
لِغْظ الهاء - الشكل المطلوب للصائت اللاحق.



الهاء [h]، الهمةزة [ʔ]

- طريقة النطق:

هناك عدة طرق أساسية في معظم أمكنة النطق يمكن تنفيذ النطق فيها. يمكن لأعضاء النطق أن تغلق المجرى الهوائي تماماً لفترة وجيزة أو لفترة أطول نسبياً، أو يمكن أن تضيق الفراغ الذي يمر منه التيار الهوائي، أو يمكنها تحويل شكل المجرى الصوتي من خلال تقارب بعضها بعضاً. يمكن تغيير طرق النطق التالية في اللغة العربية كما في معظم اللغات الأخرى

1 - أصوات الوقف (الانفجاريات)

تغلق بعض أعضاء النطق التيار الهوائي تماماً في نقطة ما في المجرى الصوتي وبذلك يسمع الهواء القادم من الرئتين من الخروج من الفم، وهناك إمكانيتان: الوقف الأنفي، والوقف القمي.

الوقف الأنفي

يوقف التيار الهوائي القادم من الرئتين تماماً في التحنيط القمي، ولكن يكون الرجو متخففاً مما يسمع مرور التيار الهوائي عبر التجاويف الأنفية. يسمى الصوت الصادر في هذه الحالة بالوقف الأنفي وأصوات الوقف - الأنفية في العربية هي الميم والنون. وكلاهما مجهوران. ولذلك يمكننا أن نصف الميم بأنها صوت وقف - شفوي - أنفي مجهور. في حين يمكن وصف النون بأنها صوت وقف - سني - لثوي - أنفي - مجهور. انظر الشكل (1) والشكل هند أمثلة عن ذلك (مريم، ماء) و (نون، إناء)

الوقف - الفمي

يتم في هذا النمط من الأصوات إغلاق التجويف الأنفي من خلال رفع الحنك الرخو بالإضافة لإغلاق المجري الصوتي في التجويف الفمي، وينتج يرتفع ضغط الهواء داخل التجويف الفمي ونحصل على صوت وقف - فمي. وأصوات الوقف الفمية في العربية هي: الباء، التاء، الطاء، الدال، الضاد، الكاف، القاف، والهمزة. ويمكن وصف هذه الأصوات على النحو التالي:

الباء - صوت وقف - شعوي - كما في (باب، بدر)

التاء - صوت وقف - أسناني - لثوي - غير مجهور - كما في (تمر، تمام).

الطاء: صوت وقف - أسناني - لثوي - مرخم - غير مجهور

الدال - صوت وقف - أسناني - لثوي - مجهور

الضاد - صوت وقف - أسناني - لثوي - مرخم - مجهور

الكاف: صوت وقف - حنكي لين - غير مجهور

القاف - صوت وقف - لهوي - غير مجهور

الهمزة: صوت وقف - حنجري - غير مجهور

2 - الإحتكاكيات:

يتم في هذه الأصوات تضيق العجوة التي يمر منها التيار الهوائي من خلال تقريب عصوي يطق من بعضهما البعض وبذلك يحدث صوت احتكاكي وحتى صهيري في بعض الأصوات والأصوات الإحتكاكية في اللغة العربية هي: الباء، التاء، الدال، الطاء، السين، الضاد، الراء، الشين، الخاء، العين، الحاء، الغين والهاء وبعد أن تعرفنا على أمثلة نطق هذه الأصوات وطريقة نطقها يمكن إعطاءها وصفاً كاملاً على النحو التالي:

الباء - إحتكاكي - شعوي - سي - غير مجهور كما في (بأس)، (بيل)

التاء - إحتكاكي - سي - غير مجهور - كما في (تمر)، (تمام)

الدال - إحتكاكي - سي - مجهور كما في: (دنب)، (ذئب)

الطاء - إحتكاكي - سي - مرخم - مجهور كما في: (طلم)، (ظن)

السين: إحتكاكي - لثوي - غير مجهور كما في: (سلوى، سليم)
 الصاد: إحتكاكي - لثوي - مرخم - غير مجهور
 الزاي: إحتكاكي - لثوي - مجهور
 الشين: إحتكاكي - لثوي - حنكي - غير مجهور
 الخاء: إحتكاكي - حنكي لين - غير مجهور
 الفين: إحتكاكي - حنكي لين - مجهور
 الحاء: إحتكاكي - حلقى - غير مجهور
 العين: إحتكاكي - حلقى - مجهور
 الهاء: إحتكاكي - حنجري - غير مجهور.

4 - أصوات الوقف - الإحتكاكية

وكما هو واضح من التسمية - يبدأ الصوت في هذا النمط من الأصوات بصوت وقف ويتحرر الهواء المضغوط خلف الإنسداد بطريقة إحتكاكية. والصوت الوحيد في العربية هو الجيم كما في (جمال - جميل - الجنة)، ولذلك يمكن وصف الجيم بأنها صوت وقف - إحتكاكي - لثوي - مجهور. وهناك في الإنجليزية صوت وقف - إحتكاكي آخر وهو [tʃ] كما في كلمة Church، [tʃ: tʃ]

1 - الجانبي المجهور

يجبس الهواء في نقطة على طول منتصف المجرى الصوتي، بإنسداد غير محكم بين أحد أو كلا جانبي اللسان وسقف الفم. والصوت الجانبي المجهور في العربية هو اللام كما في (ليل - لمى - عمل). ويمكن وصفه بأنه صوت - لثوي - جانبي مجهور.

5 - تكراري - مجهور

وينتج هذا الصوت عندما يقترب طرف اللسان من اللثة ويفارقها عدة مرات على التوالي. ويتحقق ذلك في العربية عندما تكون الراء مشكلة بالسكون أو مشددة كما في (مرء) و (فرء)، (فرض) و (مرض)، وتسمى هذه الراء في الإنجليزية بـ (trill) كما في raw و ryو في اللهجة الاسكتلندية. وهناك نوع آخر من الراء في العربية وهو ما

يسمى بالراء اللمسية وهي المتلوة بصائت في اللغة العربية فيسمع الصوت على صورة صرنة واحدة يقوم بها طرف اللسان على الحافة اللثوية كما في (رجم) و (مرص) و (ريح) (انظر عبدالله سويد، ١٩٨٥ ص 67)، وتسمى هذه الراء في الإنجليزية بـ (top) كما في «letter» المطوقة باللهجة الأمريكية - الإنجليزية.

ويمكن تلخيص أمكنة النطق بالرسم التالي



أمكنة النطق (1) الشفوية، 2. شفوي - سفي - 3. سفي - 4. السنية اللثوية - 5 اللثوية 6 اللثوية - الحنكية، 7 الحنكية اللينة 8 اللهوية - 9 الحلقية - 10. الحنجرية

- إصدار أنصاف الصوائت في العربية

يقترب عضو نطق من الآخر بدرجة أوسع من تلك اللازمة لإصدار الاحتكاكيات وأقل من تلك اللازمة لإصدار الصوائت النقية، هناك في اللغة العربية صوتان يمكن أن نعتبرهما أنصاف صوائت وهما: الياء، والواو.

الياء [ي]

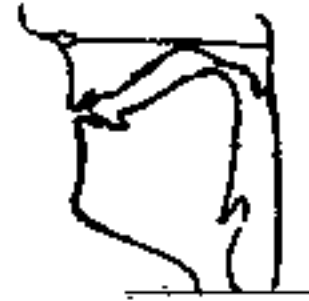
يرتفع اللسان نحو وسط الحنك الصلب، فهوي صوت حنكي، وكما ذكرنا فإن درجة ارتفاع اللسان يجب ألا تسبب في حدوث احتكاك يسمع التة، ولذلك يمكن وصفه بأنه صوت نصف - صائت - لثوي - مجهور



الباء [ب]

الواو [و]

يرتفع مؤخر اللسان نحو نهاية الحنك الصلب، وتتدور الشفتان أثناء نطقه ولذلك يمكن وصفه بأنه شعوي نهاية الحنك - مجهور. وأمثلة عن ذلك (حوض) (وضع) (صوت)



الواو [و]

إصدار الصوائت العربية

في إصدار الصوائت، لا يقترب أي من أعضاء النطق من الآخر بدرجة كبيرة. حيث يبقى مجرى التيار الهوائي مفتوحاً نسبياً حيث يمر الهواء الخارج من الرئتين عبر الفم والشفتان بدون عاقبة كبيرة.

توصف الصوائت وفق ثلاثة عوامل - ارتفاع جسم اللسان، الموقع الأمامي - الخلفي للسان، ودرجة تدور الشفتان. وصوائت العربية كالإنجليزية مجهورة تماماً. هناك في العربية ثلاثة صوائت قصيرة وتعرف بالحركات: الكسرة (القصيرة والطويلة)، الفتحة (القصيرة والطويلة) والصمة (القصيرة والطويلة).

1 - الكسرة القصيرة [ا] والطويلة [إ]

لإصدار هذا الصائت يرتفع جسم اللسان، نحو الأعلى والأمام وتكون أعلى

نقطة فيه مقابل الحنك الصلب. أما شكل الشفتان فيكون منفرجاً نسبياً، ولذلك يمكن وصف هذا الصائت بأنه أمامي - مرتفع - صيق (شكل الشفتان) كما في (كُتِب) و (صُرِب). وإذا ما أُطِيلت الكبيرة حصلنا على ما يعرف بياء المد كما في (جامعتي) و (كتابي).



الكسرة II وكذلك ياء المد III

2 - الفتحة المحضة (القصيرة والطويلة).

لنطق هذا الصائت يكون المجري الصوتي مفتوحاً، وتكون الشفتان مفتوحتين أيضاً، ويندفع اللسان نحو الأمام وتكون أعلى نقطة فيه أقرب إلى قاع الفم منها باتجاه الحنك الصلب. ولذلك يمكن وصفه بأنه صائت أمامي - منخفض - واسع (شكل الشفتان) وأمثلة عن ذلك (كُتِب) و (قُرَأ). أما إذا أُطِيل هذا الصائت فحصل على ما يعرف بالالف كما في (كاتب) و (قارئ).



الفتحة [æ] والالف [æ̃]

وقد ترجع أعلى نقطة في اللسان نحو الخلف بدلاً من الأمام تحت تأثير الأصوات اللهوية أو المصحمة كما في فتحة (صُرِب) و الف (طار).

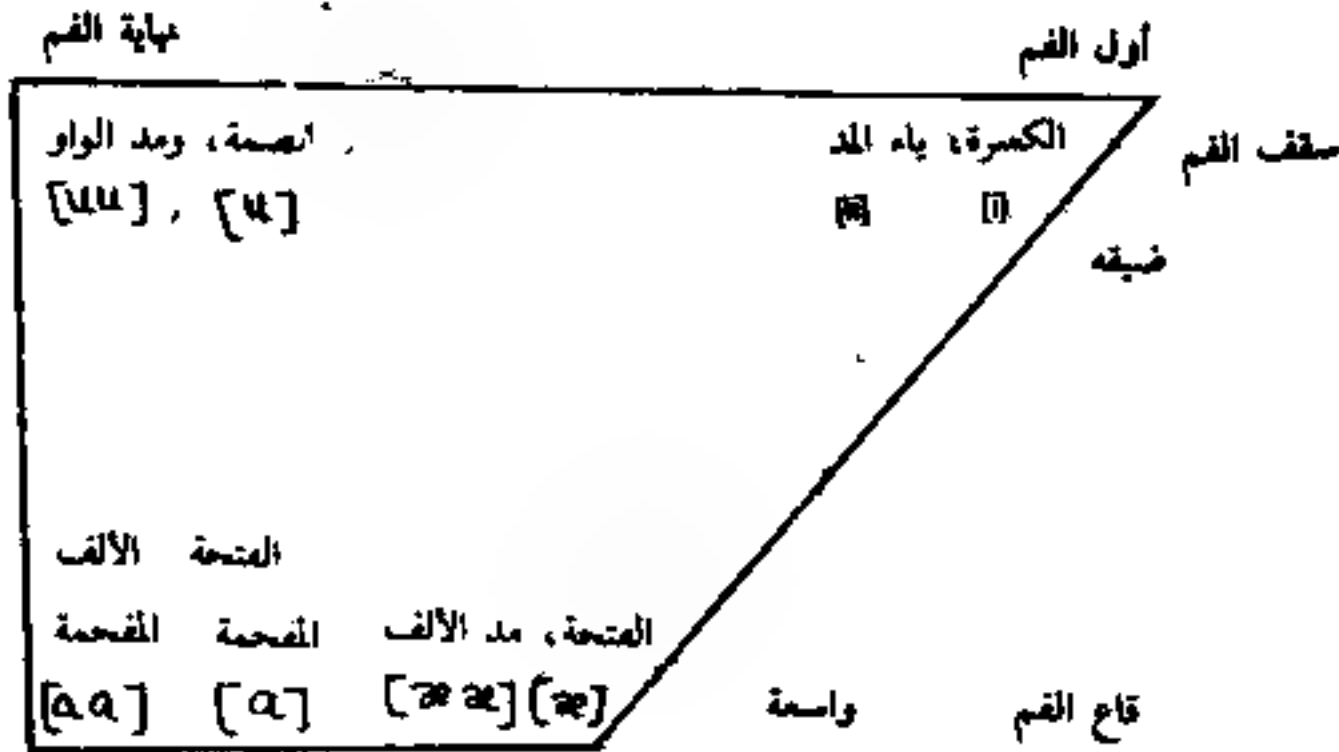
2 - الهمزة المحضة (القصيرة والطويلة)

لنطلق هذا الصائت تتطور الشفتان، ويرتفع جسم اللسان نحو الأعلى، وتكون أعلى نقطة فيه في مؤخرة الفم وقريبة من نهاية الحنك الصلب وبداية الحنك الرخو (اللين) ولذلك يمكن وصفه بأنه صائت خلفي - مرتفع - مدور (الشفتان).



و [u] و (واو المد) [uu]

يمكن تلخيص أمكنة نطقه الصوائت العربية بالرسم التالي:



آليات التغذية الراجعة في الكلام.

Feed back mechanisms in Speech

يهتم علماء الكلام بكيفية تحكم المتكلم بإصدار الكلام، وإلى أي حد يراقب المتكلم أعماله، وإلى أي حد، وتحت أية ظروف، يمكنه أن يصدر كلاماً ذا معلومات قليلة أو من دون معلومات، أو كيف يقوم بمواصلة إصدار الكلام؟. إن القرن العشرين هو عصر السبرانية (علم الصبغ) وهو عالم الآلات «الأتماتيكية». وقد نحت هذا المصطلح نوربرت فير (Norbert Wiener) عن الكلمة اليونانية التي تعني موجّه الدقة أو مديرها في السفينة مشيراً إلى دراسة الأنظمة التي يسيطر عليها تنفيذها الحقيقي وليس تنفيذها المتوقع. يمثل التيرموميتر الذي يقوم بإطفاء المرن عندما تصل درجة الحرارة إلى الحرارة المطلوبة مثلاً للآلية المؤازرة، وهو مصطلح هندسي يشير إلى الآلات التي تضبط نفسها. كانت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية مهتمة، خلال الحرب العالمية الثانية، بتطوير مدافع مضادة للطائرات يمكنها أن تتعقب (تقتفي أثر) الطائرات المعادية من خلال توقع موقعها المستقبلي بناءً على معلومات حول تغيرات الموقع ترودّ بها الآلة ثانية. أما حاسوب اليوم فإنه معدّ لأن يعدّ بعض الحسابات المعينة معتمداً على نتائج حسابات سابقة.

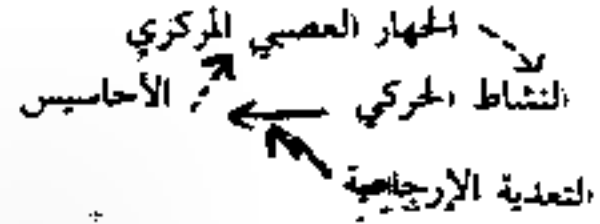
في الآليات المؤازرة يُغذى حرج الآلة إلى نقطة معينة في الآلة حيث تصبغ معلومات التغذية الراجعة المخرج الناتج أو التالي وتكون التغذية الراجعة سلبية عندما تغذى الأخطاء ثانية للحفاظ على نشاط ما في حدود معينة وتكون التغذية الراجعة إيجابية عندما تخدم المعلومات المغدّاة ثانية في إيجاد المزيد من النشاط نفسه. وتوصف الأنظمة التي تعمل تحت ضغط التغذية الراجعة بأنها أنظمة الحلقة المغلقة. يقارن الشكل (4.87) بين أنظمة الحلقة المغلقة وأنظمة الحلقة المفتوحة في الآلات والأعضاء البيولوجية. والعارق بينهما أن المخرج مبرمج مقدماً في أنظمة الحلقة المفتوحة، بينما يغدّى نتائج النظام ثانية في أنظمة الحلقة المغلقة كي يتمثل أو يتشابه مع البرنامج. وإن وجد هناك اختلاف بين البرنامج والأداء أو النتائج، تجري التعديلات المطلوبة لتصليح الخطأ.

أنظمة الحلقة المغلقة

حرج → محرك → مصحح → دحل

----- R

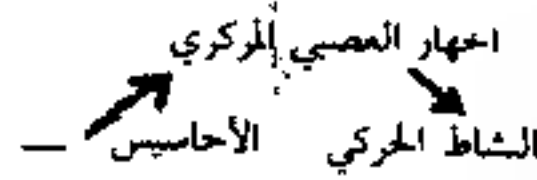
تغذية الخطأ



الآلات

الحرج → محرك → مصحح → الدحل

الأعضاء الفيلولوجية



الشكل 4.97 مخطط بياني يقيس ضبط أنظمة الحلقة المفتوحة وأنظمة الحلقة المغلقة في الآلات والأعضاء الفيلولوجية

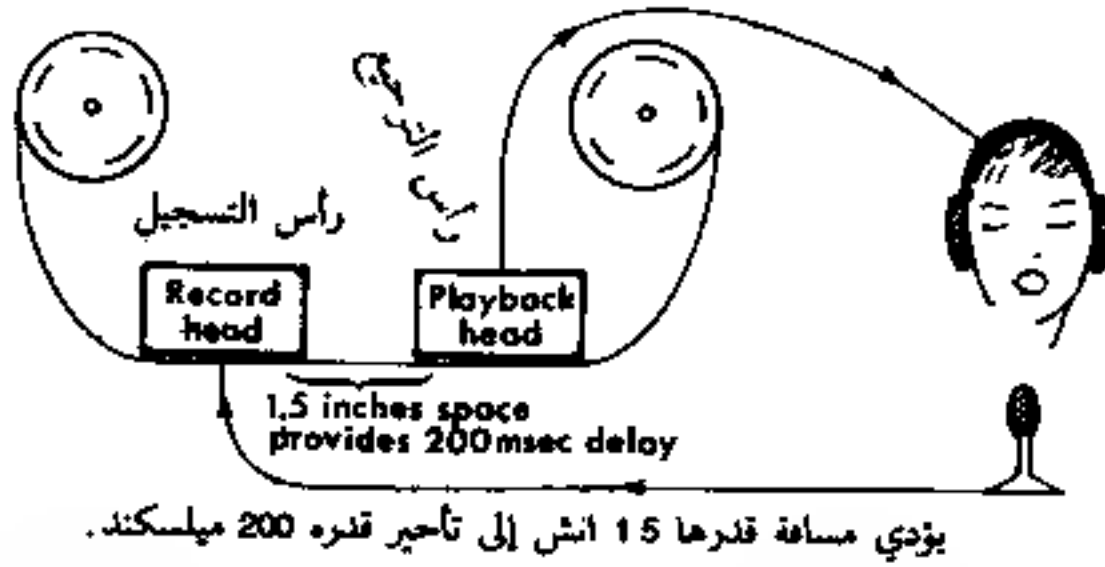
يتطلب إصدار الكلام الاستخدام المسبق والهادي للآليات التنفسية، والصوتية والنطقية، وذلك نشاط معقد جداً ويصبح وجود شكل ما من أشكال ضبط التغذية الإرجاعية أمراً معقولاً. وهناك، على الأقل، أربعة أنواع من المعلومات المتوفرة للمتكلم يمكنه استخدامها في ضبط التغذية الإرجاعية وهي التغذية السمعية، والموضعية، والتقليدية الداتية وتغذية الجهاز العصبي المركزي الإرجاعية

Auditory Feed back

التغذية الإرجاعية السمعية

تم السيه على الإهتمام بدور آليات التغذية الإرجاعية في ضبط الكلام من خلال اكتشاف حدث مصادفة على يد مهندس من بيوجرسي يدعى برنارد لي «Benard» «Lee» عام 1950. فيما كان يسجل صوته على آلة تسجيل صوتية، لاحظ، في بعض الظروف، أنه يمكن للتغذية الإرجاعية السمعية لصوته نفسه أن تجعله متعثراً «Dysfluent» فهي آلة التسجيل العادية، يسبق رأس التسجيل، على نحو عادي، رأس الترجيع كما هو واضح في الشكل (4.98). فلو استمع مستمع إلى كلامه المسجل من قبل غير سماعات رأسية متصلة برأس الترجيع الذي يقوم هو نفسه بتأخير وحير، لأصبح الكلام العادي شاداً في أغلب الأحيان، وتكرر المقاطع، ويطول الجهر

نظام التغذية الراجعة السمعية المؤجلة
DELAYED AUDITORY FEEDBACK



الشكل 4.90: تأثير التغذية الراجعة السمعية المؤجلة. يسجل متكلم صوته نفسه بينما يستمع إلى التسجيل بوقت مؤجل من خلال مراقبة رأس الترجيع في المسجل. وتؤدي مسافة 1.5 أنشاً إلى تأخير قدره 200 ميليكند بسرعة شريط قدرها 7.5 أنشاً في الثانية. يؤدي هذا التأجيل إلى تشويش كلامي أعظمي عند الكبار.

وقد أثار تأثير التغذية الراجعة السمعية المؤجلة هذه عاصفة من الحماس ومعيناً من الدراسات في الخمسينيات. وقد قُسر تأثير التغذية الراجعة المؤجلة من قبل العديد على أنه دليل على أن الكلام يعمل كآلية مؤازرة تمثل فيها التغذية السمعية الإرجاعية قناة الضبط الرئيسية. وقد تحدت هذه النظرية بعض الذين لاحظوا أنه يمكن لبعض المتكلمين متابعة الكلام بطلاقة تحت وطأة تأثير التغذية السمعية الإرجاعية المؤجلة من خلال التركيز على الصفحة المكتوبة وتجاهل الإشارة السمعية. ولن تكون فترات تصحيح الأخطاء، عندما تقع، والتي تحدث على شكل وقفات، متعلقة خطأً بحجم الوقت المؤجل، ولن يكون تأثير التغذية الراجعة المؤجلة مشوشاً إلا في ظروف الشدة العالية. وتفسير بديل لتأثير التغذية السمعية الإرجاعية المؤجلة هو اعتبارها نتيجة إخبار الانتباه (شده) لمعلومات التغذية الراجعة السمعية التي

تتعارض مع المعلومات المستقلة من الحركة النطقية. إنها حالة تقول فيها عضلاتك «نعم»، لقد قلت شيئاً ما، أما أذنك فتقول «لا».

هناك طرق عديدة للتدخل في التغذية السمعية الإرجاعية غير تأجيلها وعلى الجملة، يقوم المتكلم بجعل كل تشوه أمراً عادياً. فلو كان الصوت الناتج عن الهواء مصححاً لقلل المتكلمون الشدة الصوتية، أما إن كان واهماً، فإنهم يزيدون الشدة إما إن لم يتمكنوا من سماع أنفسهم مطلقاً، فإنهم يريدون الشدة (تأثير لومبارد) ويطلقون الجهر كما تعرف أنت إن كنت قد حاولت التكلم مع شخص يجلس تحت مخفف للشعر. حتى أنه لتصفية مناطق التردد في الكلام بعض التأثير في السمات الرئيسية للكلام المنتج وقد وجد جاربر (Garber) أنه لو استمع المتكلمون إلى كلامهم هم أنفسهم عبر مصفاة ذات ترددات منخفضة، فإنهم سيستجيبون لذلك بتقليل الرنين الأفقي المنخفض، ويرفعون التردد الأساسي، ويزيدون الفهم أو الإيضاح وتفسير ذلك أنه من المعتقد أن المتكلمين يحاولون إعادة معلومات التردد العالي المفقودة.

وتوضح هذه التأثيرات أن السمع يعمل بوصفه نظام تعدي إرجاعه في وسط الكلام، لكنها تفشل في الإجابة عن مسألة ما إن كانت التغذية الإرجاعية مهمة للغاية عند المتكلم الماهر وإن كانت الحال كذلك، فهل تستخدم باستمرار أم أنها تستخدم في حالات الكلام الصعبة فقط. ويعاني الذين يعانون بالصمم العرصي ذات صغير فوري متعلق بفهمهم لكلامهم، وبعد مدة من حصول الصمم تتدهور بعض الأصوات، على نحو ملحوظ /s/ ورغم وجود الدليل على أن المتكلمين يحاولون التعويض عن التشويش في التغذية الإرجاعية، لكن السمع يكرر ألا يفيد، على نحو مؤثر وفعال بوصفه آلية تعدي إرجاعية في مراقبة النطق الخارج الخدق لأن السمع لا يزود المتكلم بالمعلومات الضرورية عن الأصوات العابرة (القصيرة للغاية) إلا لاحقاً، ومن ثم يكون المتكلم قد تكلم ولا يمكنه القيام بالتصحيحات الضرورية إلا بعد وقوع الأصوات. يستخدم المتكلمون السمع، على أية حال، لشحذ أهداف أصواتهم الكلامية، أما إن كانوا يستمعون إلى أنفسهم، فإنهم يستخدمونه لالتقاط أخطائهم

أثناء إصدار الكلام، نلمس الشفة السفلى بشفة العليا، وندمس رأس اللسان أو نضد الحافة السحجية من الحنك القاسي، وندمس أطراف اللسان بالحافة الأخرى، وتلمس اللسان جدران الفم العلوي، وتحدث العديد من الإمكانيات، الأخرى لإحساس اللمس تصم الإحساسات الموضعية بالإحساس باللمسة الخفيفة التي تنسجها النهايات العصبية، الأخرى للألياف الحسية المتواضعة قرب سطح أعضاء الفم، والإحساس بالضغط الأعظم الذي تنسجه أجسام عصبية مركبة تكون بعده عن السطح. فعدد ثمار مستقبلات الحس تجمع الخلايا العصبية المخاورة من لتصرف بمساعدة على تحديد الإحساس وشحده والشغل والحافة السحجية، وقسم اللسان الداخلي مرودة جميعاً بمستقبلات حس سطحية تستجيب للمس الخفيف ويحتوي سطح اللسان المحدث على كثير من الألياف الحسية التي تنسج في تعدادها أي عدد آخر في أي جزء آخر من جسم الإنسان والإحساس باللمس خاصة اللمس نسحب بعض هذه المستقبلات لإحساسات الدوق، والحرارة والألم

وثمة طريقة لقياس الإحساس لموضعي هي أن بكتشف المرء نقطتين متميزتين بواسطة جهاز يسمى بمقياس اللمس* أو بمقياس حساسية اللمس يمكن للمرء أن يحس نقطتين منفصلتين عند قعة رأس اللسان إن امتدت الأولى عن ثانه مجرد 1 إلى 2 ملم أما إن برحعا إلى مؤخرة اللسان أو حوايه، فإنه يجب، عدثد، أن نبلغ المسافة التي تفصل النقطة الأولى عن الثابة سمسراً وحداً حتى يمكن التمييز بينهما. مستقبلات الحس أكثر في سطح اللسان العلوي منها في سطحه السفلي وهي أكثر أيضاً في منطقة الحافة السحجية من الحنك القاسي منها في القسم الخلفي من الحنك. إن نشي الإحساس الموضعي من قسم اللسان لدحي يثبت عبر الألياف الحسية في الفرع اللساني من العصب الثالث - العوائم - ويست انعصب المثلث النوائم أيضاً ينصب من مستقبلات الحس في الشفتين والحنك ويحمل لعصب الدعومي - تلك المعلومات الحسية من ثلث اللسان الأخرى، ويعتمد أن بعض الأنواع الحسية من العصب اللساني

*جهاز يستعمل لقياس حساسية اللمس عن طريق تعيين مسافة لي يجب أن تفصل بين نقطتين منفصلتين عن الحد للإحساس بهما كنقطتين منفصلتين

تنجّه مع العصب الحركي إلى اللسان: العصب لتحتسلي (العصب الثاني عشر)

وثمة طريقة أخرى في تقدير الإحساس الموضعي في الفم هي اختبار حاسة اللمس الضمية من خلال وضع أشكال في فم الخاصعين للتحركة من أجل التعرف عليها أو تغييرها وقد وجد أن المقدرة على تحديد الأشكال من خلال لمسها باللسان والحك وبعدها الإشارة إلى الصور المناسبة، ذات علاقة ضئيلة جداً أو لا تذكر بالمقدرة الكلامية، على الرغم من اكتشاف رنجل «Ringel» من جامعة بورديو، علاقته ما وثمة بين تغيير الشكل (أي الحكم على شئش يكونها مشاهير أو مختلفين) والمقدرة على نطق لأصوات الكلامية بطلاقة عادة

كبت هناك محاولات عديدة لتحديد أهمية اللمس في الكلام من خلال التدخل في لعدة الإرجاعية الموضعية العادة والضرر إلى تأثيرات التدخل في الكلام وقد استطاع علماء الكلام، من خلال استخدام الوسائل التي يستخدمها أطباء لسان نفسها، إيضاح الصفات العصبية في منطقة الفم من خلال تحديد فروع مختلفة من العصب الثالث التوائم، من ثم حرمان المتكلم من التعديده الإرجاعية الموضعية وعال ما يسج عن مثل حالات الإيقاف العصبي هذه نطق مشوه للكلام وحبسه الصوت /s/، ولكن الكلام يبقى، على الجملة، مفهوم بدرجة عالية وعلى الرغم من تقليل حاسة اللمس الضمة بعمرة بقطبين إلى حد ملحوظ، فإن من يصعب تسجيله، يستطيع، مع ذلك، تحريك لسانه في كافة الاتجاهات وتحسس موقعه وعندما يصفو التصحيح السموحي إلى الإيقاف العصبي لا يحدث زيادة هامة في الأخطاء البطمية وقد قدمت نظريات كثيرة لتفسير التشوه الكلامي من النظرية الحسية الثابوية (حيث يجاح إلى التعديده الإرجاعية الحسية لدفع النطق) إلى النظرية حسية المركزية (بحدث إعادة تنظيم عامة في النشاط الحركي نتيجة المفقود الحسي) والنظرية الحركية الثابوية (التي تعتمد على دليل من التأثيرات في الحركة بالإصافه إلى العضلات الحسية) والنظرية الحركية المركزية (بعد أن يدخل المحير الدم، فإنه يحدث تأثيراً حركياً صغيراً مثل كلام الإنسان السكران) وبسبب صعوبة ضبط التعبيرات الموروثة في بقيات الإيقاف العصبي لما تمتح هذه النظريات على نحو مناسب بعد

يمكن اعتداد السمع واللمس نظامي تغذية إرجاعية خارجيين لأن الإشارات تحدث أو تنشأ بوصفها نتائج لحوادث حركية. وينتج عن الإنقباضات العصبية الضرورية للكلام حركات في الهواء وأعضاء النطق تثير هي نفسها مستقبلات الحس الموضعية في منطقة الفم. وينتج عنها أيضاً موجات صوتية يمكن للمستمع سماعها تنشأ هذه المعلومات بوصفها نتيجة للنشاط العضلي لكنها لا تحتوي على تغذية إرجاعية مباشرة من النشاط العضلي نفسه. إن التغذية الإرجاعية المباشرة من العضلات هي أسرع من التغذية الإرجاعية الخارجية وهي جزء من إحساس الحركة والموقع يدعى الإستقبال الذاتي.

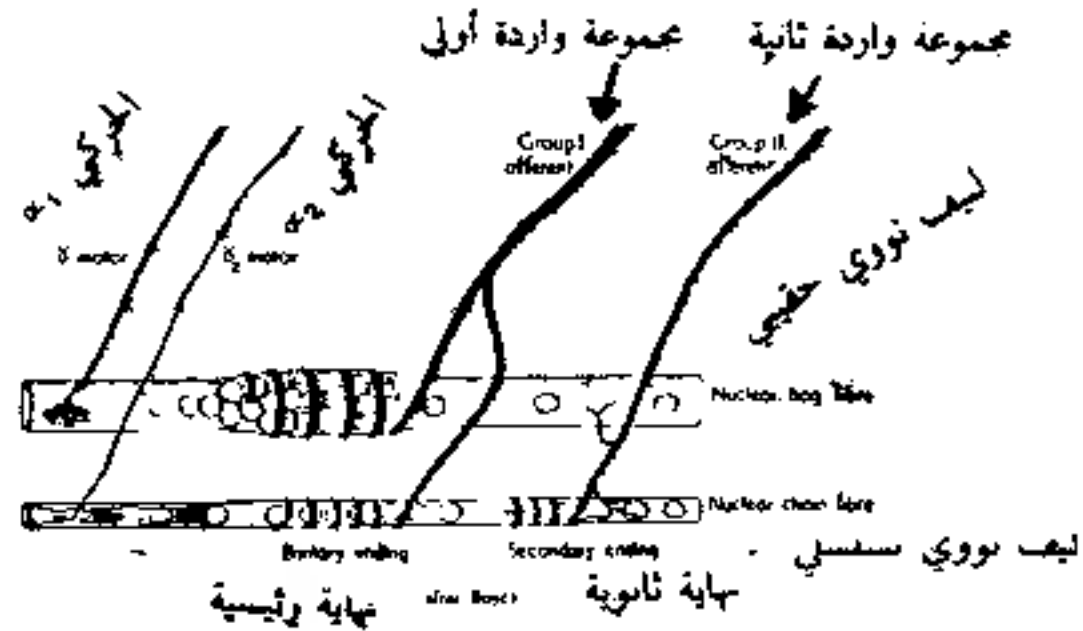
Proprioceptive Feed back

التغذية الإرجاعية الذاتية

ميّز تشارلز بيل « Charles Bell » في عقود القرن التاسع عشر الأولى اللمس عن الإحساس العصبي الذي أسماه الإحساس بالحركة وبعد ذلك، وفي القرن نفسه، وسّع باستيان « Bastian » تحديد الإحساس بالحركة ليضم إحساساً مركباً من الحركة مشطاً من مستقبلات الحس في المفاصل، والأوتار والعضلات وقد اقترح شيرنجتون « Sherrington » مصطلح مستقبل خارجي لمستقبلات الحس الخاصة بالموضع أو الموقع، ومصطلح المستقبل الذاتي لمستقبلات الحس التي تثار بفعل الجسم نفسه الذي يعطي إحساس الحركة تث أجهزة الإحساس في المفاصل معلومات عن الزوايا العظمية. بينما تستجيب مستقبلات الحس في الأوتار إلى أية تقلصات في العضلات الملتصقة بها، ومن ثم تث معلومات حول امتداد العضلات وتقليصها

ولمستقبلات الحس الموحدة في العضلات المحطة أهمية خاصة عند علماء وظائف أعضاء الجسم المتخصصين بالكلام وتسمى مستقبلات الحس هذه بالعضلات المغزلية، لأنها تتشكل في أغلب الأحيان على هيئة عمسك الألياف البحيلة التي يلتف منها (يخرج) الحيط في الغزل. تكون العضلات المغزلية أكثر تعقيداً في تعصيبها من الأوتار، ومستقبلات الحس الواقعة في المفاصل. فهي تمتلك عصبونات واردة وعصبونات صادرة أيضاً والمغزليات (ألياف داخل المغزلية)، الشكل (4.99)

ألياف عضلية مغلقة تتوضع على نحو مواز للألياف العضلية الرئيسية (ألياف خارج المغزلية)



شكل 4.99 يحدد مسار الألياف المركبة في نموذج في شعريات

وعندما تشير عصبونات الواردة لعصبة لرئيسية، تثار العصبونات الواردة الصغيرة التي ترود لعصبات العصبية في وقت نفسه وتكون العصبونات الحركية إلى العصبة الرئيسية أكبر (يبلغ قطرها من 8 - 20 مm) ولذلك تدعى عصبونات الحركية مقارنة مع العصبونات الحركية الأصغر (يبلغ قطرها من 2 - 8 مm) التي تسمى عصبونات α الحركية التي ترود الألياف المعزلة بالأعصاب من طرفها تثار العصبونات (Ia) الرئيسية الواردة وعصبونات (IIa) الثانوية الواردة من خلال تطويل لألياف صمن المعزلة، ومعدل التعر في الطول وعندما تمتد الألياف المعزلة استجابة للانقباض العصلي، تقوم العصبونات المعزلة الواردة بنقل معلومات حول الانقباض ثانية إلى الجهاز العصبي المركزي وتكون العصبونات الواردة الرئيسية من المغزليات من أكبر العصبونات الشريية حيث يتراوح قطرها من 12 - 20 مm، وست نصات عصبية تصل إلى 120 متراً في الثانية إن السرعة التي تنقل بها المعلومات معلومات التغذية الإرجاعية يجعلها جدياً للغاية في أن تمثل ميكانيكيات ممكنة للضغط لحارج عن النشاطات الحركية السريعة بما في ذلك الكلام وقد وُحِدت المعزلات في

العصلات المستعرضة، وفي كافة العصلات العمومية، والعصلة الدقية - اللسانية وعصلات اللسان الأساسية، ووجدت على نحو أقل في العصلات الوحشية وهكذا نجد أن العصلات المتعلقة بإصدار الكلام مرودة على نحو حيد بالمعريات التي يمكن توليفها لنقل معلومات التعديده الإرجاعية حول تعبيرات طول العضلة

على الرغم من معرفة الطرق العصبية بشأن معلومات العصلات المعربة من بعض أنظمة العصلات، لكن الطريق نحو اللسان يكتسبه لعموم إذ يُعتقد الآن أن العصوبات المعربة الصادرة عن اللسان تسير مع وجهة العصب الحركي الحلساني (العصب الثاني عشر) وتتدخل حديج الدماغ عن طريق الأعصاب الظهرية العقية - (C₁ - C₃).

يمكن لنظام التعديده الإرجاعية الذاتية أن يعمل على المسوبات الإرادية والمستويات اللاإرادية، فبعض الممرات يذهب إلى الخيل الشوكي، أما بعضها الآخر يذهب أيضاً إلى القشرة اللحائية والمخيخ وعلى الرغم من أن إحساس الشط العصلي هو إحساس لاشعوري عادة، لكنه يمكن جعله شعورياً فقد أثر جودوين، ومكلوسكي وماتينور (Goodwin, McCloskey & Mathews) معريات ذراع رجل بوساطة مهران وطلب من الرجل أن يمد يده الأخرى كي توارى موقع الذراع الخاصة للإثارة فقد أخطأ الرجل في الموقع طائاً أن عصلات يده الخاصة للإثارة كانت أكثر امتداداً من هي عليه بالفعل وبعد ذلك شلّ الباحثون العصلات الواردة في مفصل إصبع السانة وحدده للرجل الخاصص للتحركة كي يروا إمكانية تحسس المعريات بمفردها شعورياً ومن دون أية معلومات من مستقللات الحس الواقعة في المفصل وعندما حرك أحد الباحثين الإصبع، تمكن الرجل الخاصص للتحركة من تحسس الحركة واتجاهها، وهكذا تم التأكيد من أنه يمكن إدراك خرج المعريات بمفردها شعورياً

ومن الصعب جداً تحري نظام الكلام الدائي مباشرة وقد تم تحري نظام التعديده الإرجاعية الذاتية في الكلام على نحو غير مباشر من خلال التدخل ألياً في العلائق العادية المكابية للوصول إلى دراسة التكيف التعويضي فقد حاول بعضهم التكلّم، وهم يعصبون على كتلي بين أساهم تتدخل في حركة رفع الفك العديدة، وكذلك بصفائح معدنية تفتح على نحو غير متوقع بين الشفتين متدحنة بذلك في الإغلاق

الشعوي، أو إضافة عصو صعي جسكي في الصم معبراً بذلك عرص الحافة السجية. وهناك الكثير مما يمكن تعلمه بشأن طبيعة التعويضات التي يقوم بها المتكلم استجابة لهذه التعيرات الآلية.

أما في هذا الوقت، فإنه من غير الواضح ما معلومات التعدية الإرجاعية السجية والموضعية أو الذاتية أم أن تجمعا ما من هذه المعلومات مجتمعة هو المسؤول عن تنفيذ التعويضات الملحوظة وتوجيهها

وقد قامت محاولتان مثيرتان لإيقاف عصونات عاما حركية في العضلات الكلامية مباشرة فقد شل كرتشلو وفون ايلير (Critchlow & Von Euler) ألياف عاما الواصلة إلى العضلات الحركية الواقعة بين الأصلاص حيث توقفت ألياف (la) عن الإطلاق أثناء الشهيق وبقيت تطلق أثناء الرير فحسب سب الإمتداد المعاكس للعضلات المتخصصة بالشهيق، ولم يكن لذلك أي تأثير في الكلام، ولكنه أشار إلى أن عصونات ألفا وعصونات عاما تثار مجتمعة لأن عصونات المعرليات الواردة هي نشطة، عادة، بسب العضلات الشهيكية أثناء الشهيق ولو اضطوت التحرة على شل للعضلات الواقعة بين الأصلاص الأصعب وصولاً وتعملاً، لكن لأي تأثير هناك في الكلام أو يصعب أكثر وصوحاً

وفي دراسة أخرى حاول أس (Abbs) أن يوقف عصونات عاما الحركية الواصلة إلى العضلات الفكية انتقائياً من خلال إيقاف الفرع الفككي من العصب المثلث التوائم من كلا الطرفين، وهكذا أوقفت لألياف الكبيرة (عصونات ألفا الحركية الواصلة إلى الألياف لعصلية الرئيسية والعصونات الواردة من مستقبلات الحس الموضعية والذاتية) والألياف الصغيرة (عصونات عاما الحركية والعصونات الواردة المسؤولة عن الألم ودرجة الحرارة) وما أن الألياف الكبيرة تستعيد نشاطها قبل الألياف الصغيرة، فقد اعتقد أنه عندما تستعيد العضة قوتها وحاسة لمسها إلى درجتها العادية، وتتم أحاسيس الألم والحرارة معطلة، يكون لتزويد الحركي للمغزليات حثثد متوقفاً تحت هذه الظروف، حرك من كان ينحصر للتحرة الفك سرعه أقل وترايد صثيل عندما طلب منه تجميع الفك لكنه لم يكن هناك أية تأثيرات واصحة متعلقة ظلفهم والإدراك في الكلام على أية حال

إن دراسات التعدية الذاتية المباشرة ممكة على الحيوانات وتقترح الدراسات

الحديثة على القزده، التي أوقعت عضوماته الواردة على بحوثائي من عضلات الأصابع أو عضلات الفك، أنه يمكن القيلم بالحركات المطلوبة دون الإحساس الحسدي أو الإحساس بالرؤية من جانب العضلات الخاصة للتحركة والحاجة ماسة لمزيد من الدراسات للتأكد مما إن كانت التعديلات الحركية الصغيرة كاملة على الرغم من إيقاف العضونات الواردة. لقد حفظت الأنماط الحركية الكبيرة المتعلمة جيداً على الحمله، لكنّ المقدرة على التكيف لتغير غير متوقع تحتاج لمزيد من البحث والاستقصاء، كما تحتاج تلك المقدرة إلى تعلم أنماط حركية جديدة

Internal Feed back

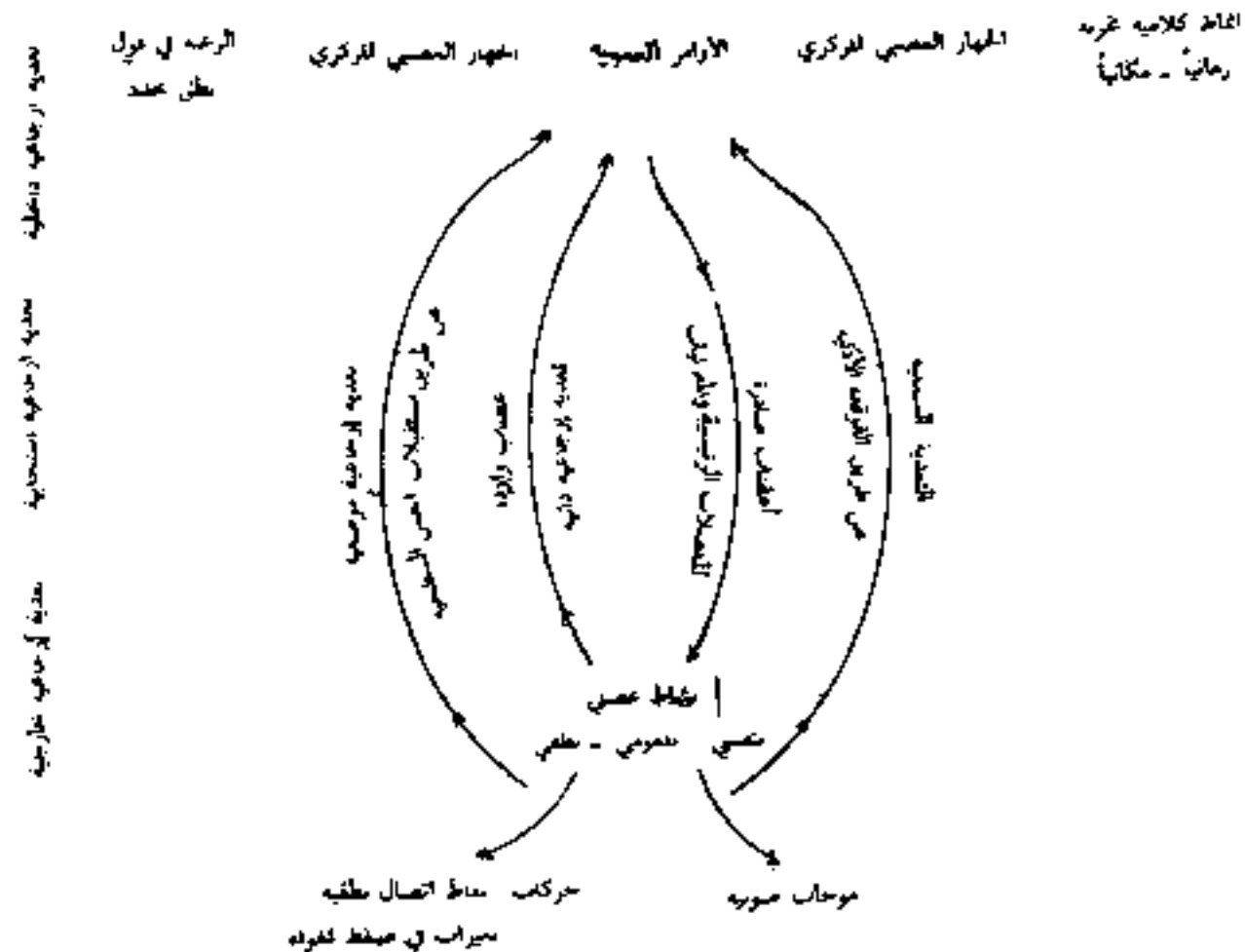
التغذية لإرجاعية الداخلية

بناء على الارتباطات العصبية المعقدة بين المناطق الحركية في القشرة اللحائية، والمحج والمهاد، اقترح علماء الجراحة العصبية أن ضبط أنماط الحركة الماهرة، كما يحدث في عرف البيانو أو أثناء الكلام، يمكن أن يعمل وفق نظام تعدية إرجاعية يقع ضمن النظام العصبي المركزي ويمكن إثارة الأنماط المكتسبة تحت سيطرة دماغية لعمل الدماغ الأوسط بالاتصال مع الشريط الحركي في الدماغ. والتغذية الإرجاعية الداخلية هي نقل معلومات عن الأوامر الحركية قبل الإستجابة الحركية نفسها، ومن ثم يمكن للمعلومات أن تعود إلى المحج من القشرة اللحائية إن أرسلت العضونات الحركية كما هو مطلوب قبل الإستجابة العصبية بوقت كافٍ. ولا يوجد هناك، حتى الآن، أي دليل على وجود التعدية الإرجاعية رغم المعرفة التامة بأن المح والمهاد يشيطان قبل مائة ميليسكند من الحركة؛ لكنه لا يمكن ربط هذه الشحنة مباشرة بأية حلقة إرجاعية محددة ضمن التفضيات الحالية.

وفي الختام، هناك عمدة أنواع من التغذية الإرجاعية موجودة عند المتكلم (الشكل 4.100). هناك أنظمة التعدية الإرجاعية الحركية في الجهاز العصبي المركزي التي تتطور نظرياً بسرعة وهي قادرة على التنبؤ؛ وتغذية إرجاعية رهيمة المستوى تختص بالأوامر الحركية المستهلكة، وأنظمة التعدية الإرجاعية الذاتية بالإستجابية السريعة القادرة على الحركة، والتغذية المكابية من أجل الصط الدقيق اللازم في الأعمال الحركية الماهرة، والتغذية الإرجاعية الخارجية الأبطأ والمخصصة بنتائج الأعمال الحركية،

بما في ذلك في الكلام الإشارة الفيربائية السمعية، واحتلافات الضغط الهوائي، ولسن عصو نطق عصو نطق اخر، وعلى قدر ما يكون النظام مركزياً يكون سريعاً في قدرته على تعدية المعلومات ثانية وأكثر فعالية في الضغط الخارج في الأنماط الحركية المركبة والسريعة أما الأنظمة الأكثر ثابوتية، والتي تعمل بعد الإستجابة العصبية فيمكنها أن تكون فعالة في مقاربه النتيجة بالقرار، ومن ثم يمكنها أن تكون مهمة في تعلم نطق حركي جديد

أنظمة المستند الحركية في الكلام



الشكل 4.100 نموذج للأنظمة الإرجاعية المتوفرة لدى المتكلم

البحوث المتقدمة حول آليات التغذية الراجعة Developmental Research on Feed back mechanisms.

ربما كانت درجة اعتماد المراهقين والكنار على أنظمة الضغط مختلفة تماماً عن درجة استخدام الرضع والأطفال لأنظمة التغذية الراجعة عندما يتعلمون الكلام ولا يوجد شخص يعرف الصعوبة التي يواجهها الأصم في تعلم الكلام يمكن أن يشك في أهمية مقارنة المتكلم النامي أو المتطور حرج سمعه نفسه بكلام الجماعة التي يعيش فيها وقد وجدت دراسات كثيرة، بشأن نظام التغذية الراجعة السماعية الموجبة مع الأطفال، أنهم أقل تأثراً بالتغذية الراجعة المشوه للوقت من الأطفال الأكبر سناً والكنار وقد أظهرت الدراسات التي قام بها ماكي (Mackay) أن الأطفال الأصغر سناً يتأثرون كثيراً بتأخير مختلف عن الكبار 500 ميليسكند للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 4 و 6 سنوات و 375 ميليسكند للذين تتراوح أعمارهم من 7 - 9 سنوات، مقارنة مع فارق يبلغ 200 ميليسكند عند الكبار، حيث يجعل تأثير التغذية الراجعة الرضع يقصرون - بدلاً من أن يطولوا - فترة الصوت وعندما يستمعون إلى أصواتهم المصححة وتعاد إليهم في الوقت نفسه فإن تخصيصهم للشدة الصوتية أقل من تخصص الأطفال الأكبر سناً وتظهر تجارب التدخل عن طريق اللمس من خلال تقنيه وصف العصب عند الأطفال الآثار المحدودة نفسها في الكلام كما هي الحال في الدراسات التي أجريت على الكبار

إن الاتحاد الأهم في تعلم سمات الكلام المسبق ربما كان الاتحاد بين لسمع والتغذية الداتية وإن معلومات التغذية الداتية متوافرة خلال تعبيرات طول العضلات، ولا يحتاج الطفل إلى أن ينتظر نتيجة الحركة كي يحس أو يشعر بالخطأ الإيماني تقوم العضلات الواردة من مستقبلات الجس الموضعية بتعديده المعلومات ثانية بسرعة أكبر ويمكن، عندئذ، ربط الإحساس بالحركة بنتائج السمع والموضعية، ويمكن مقارنة الإحساس كاملاً بالخطأ الصوتي المراد (الذي قصد) وهكذا يقوم طفل يحاول إتمام نطقه لكلمة (ball) بمحاولة لفظها، معتمداً على ما تعلمه من المحاولات السابقة، متحسناً حركة المحرى لصوتي وأمكنته التي ربطها بسرعة

تتأثر بها الموضوعة والسمعية، ويفقدون صوته بصوت الإنسان الكسر في نطقه ل (ba) حيث يشكّل هذا لأحير خطأ قد حرره الطفل في دماغه ومن الصعب جداً احتار أهمية سلبية الدانية لا يشكل لتصبح السمعى أو الموضعى عملاً فعلاً في شوه نكلام عند احتار المفردات اللغوية التي يعرفها الطفل مهنماً ويجب أن تركز الدراسات المستقلة على تأثيرات لتدخل في قوات متعددة الإرجاعية عندما نوه الذين يخصصون للحررة، أطفالاً وكباراً، تتعلم أنماط كلامية جديدة

Models of Speech Production

نماذج إصدار الكلام

عندما نفهم شيئاً ما حرثياً، فإننا نقوم، أحياناً، بصنع أعمود عه والأعمود هو بسيط النظام الذي يمثله. إنه يشأ عادة لاحتار مطهر معين من ذلك النظام ومن خلال احتار الأعمود تحت ظروف مختلفة، كي نرى ما إن كان يتصرف مثل النظام لى نحول فهمه، يمكن أن نتعلم بعض شيء بشأن النظام نفسه نصمم السع نماذج الية، ورياضية، ومدح لغات طبيعية، وحواسيب وفي محاولة فهم أفضل لآلية السمع صمم فون بيكسي (Von Békésy) أعموداً الياً لمحاكاة الأذن صنع نغناء القاعدي فيه من مخطط. لى سمات مختلفة وقد لذا السمودح كحران م، يحتوي على رف مرن ولم تكن هناك أية محاولة لجعل الأعمود يشه محاكاة الأذن في شكله، ومع ذلك أدى لعرض كمودح فون بيكسي في نظريه الوجه، الساحرة في السمع، وأثناء ديدة البرددات العالية، تصدر الموحات المتحركة في الحران ديدات قصوى في الحرء السحب من الرف المرن، أما في اللذبات ذات الترددات، مسحقة، فإن الإرجاعات الأعظمية في العشاء كانت في القسم الأثغر عند مهنة الحران القصوى يمكن تأسيس مدح حواسيب الياً أو رياضياً تحزن المعلومات التي تصف النظام في حاسوب بالإضافة إلى القواسم التي يعتقد أن النظام يعمل وفقاً لها ويمكن، عندئذ، استخدام قدرات الحاسوب الحسابة السريعة في تقرير النتيجة لمثل ذلك النظام تحت ظروف مختلفة وبمقدرة الحواسيب على رسم الحدود الساية، يمكن رسم الأعمودج، كما يتوقع تفسيره ضمن ظروف مختلفة وقد طور فلانجان «Flanagan» من محبرات نيل أعموداً للحال الصوتية مؤلفاً من قطعين معدبتين (الأحرء العليا،

والأجراء السفلى كي تعكس اختلاف الطور العمودي الذي وصف تحت عنوان إطار عمل الحجرة) ووصل بحاسوب كي يحتر معاليته في تتو عمل الحجرة الإنسانية الحقيقية.

يُعر عن معظم نماذج إصدار الكلام بلغة طبيعية، وليس بلغة رياضية، مؤلفة من وصف فعلي ذي جداول ورسوم بيانية، وتعريف ومجموعة قواعد وقوانين، وسقوم ها بوصف مقتضب لثلاثة نماذج تتمتع بتأكيد لعوي - قوي - أحمودح بترسون وشوب (Peterson & Shoup) بشأن سمات الصوتيات السمعية والفيزيولوجية ونظرية تشومسكي وهالي «Chomsky & Halle» بشأن السمات المعيرة الثنائية وأنمودح لبرمان «Liberman» من ترميز قواعد للفونيم حتى التحويلة السمعية - ستمع السمادح اللعوية نماذج عدة ذات تأكيد - وبولوجي ويحاطب بعضها هدف إصدار الكلام، وناقش بعضها الآخر مسألة التوقيت، أما القسم الأخير فيناقش مسألة استخدام التعدية الإرجاعية

بترسون وشوب

Peterson & Shoup

الصوتيات الفيزيولوجية

Physiological & Acoustic Phonetics

والسمعية

في عام 1966 حاول كل من جوردن بترسون وجون شوب، متحدين الأبحاث الصوتية العالمية نقطة بداية، وصف كافة أصوات اللغة المحكية، مستخدمين معلومات من الصوتيات التجريبية، والفيزيولوجية والسمعية بوصفها قاعدة صلبة للوصف. بي أنمودح الفيزيولوجي من تسعة عشر تعريفاً أولياً، واثني عشرين محجوراً، وتسعة وسبعين تعريفاً متبوعاً برسمين بيانيين صوتيين يمثل الأول ثمانية أساليب نطق وهي ثلاثة عشر مكاناً أفقياً، وثلاثة عشر مكاناً للطلق أيضاً سيما يمثل الرسم الثاني اثني عشر متغيراً صوتياً ثانوياً وفي النهاية تفسر ثلاثة المتغيرات الطمية الصوتية على محور مفصل. وفي الأنمودج السمعي من وصف لفظي وسمعي لسة نماذج من الموجات الكلامية، وستة نماذج من المتغيرات الصوتية السمعية، وثلاثة متغيرات من المتغيرات السمعية إنظمية، وفي النهاية يصل المؤلفان الصوتيات السمعية

بالصوتيات الفيزيولوجية من خلال مناقشة التحويلة الممكنة من السمات السمعية إلى السمات الفيزيولوجية في الكلام.

تشومسكي وهالي: السمات المميزة

Chomsky & Halle Distinctive Features

قدم رومان ياكسون «Roman Jakobson» وجانر فانت «Gunnar Fant» وموريس هالي «Morris Halle» أنموذجاً لوصف السمات الصوتية أو تغييرها في كل اللغات المعروفة وظهر وصف للأغودح «Preliminaries to Speech Analysis» في تقرير مخبر الصوتيات في معهد ماسوشوستس للتكنولوجيا عام 1952، وطبعته، فيما بعد، مطبعة المعهد المذكور يرتكز الأغودح على نظام ثنائي حيث تقارن كل سمة بأخرى مضادة وتعتمد السمات كثيراً على ملاحظات من الطيف الصوتية التي فحصت آنذاك بدقة متناهية لأول مرة. بُنيت الأغودح سمات أساسية وأخرى ثانوية تتعلق بمصدر الصوت السماعي وسمات أخرى ربينية. يبلغ مجموع السمات كاملة اثني عشرة مجموعة.

ونطباعاً «The Sound Pattern of English» عام 1968، أعاد موريس هالي وباحوم تشومسكي صياغة نظام السمات المميزة. فقد نُشت السمات المميزة وفق شروط نطقية لا سمعية وكانت ثنائية أيضاً، فعلى سبيل المثال، بدلاً من سمة ناكسبور وفانت وهالي «Grave» عكس «Acute» التي تنطق فيها سمة «Grave» على الأصوات التي تشغل مناطق التردد المنخفض في الطيف، وتحتل سمة «Acute» المناطق ذات الترددات العالية، نجد أن تشومسكي وهالي أعاداً صياغة المروق وفق شروط أكثر ميلاً إلى الشروط النطقية كالسمات التي تصف التحريف $[\pm \text{جسم لسان مرتفع}]$ ، $[\pm \text{مؤخرة جسم اللسان}]$ وهناك سبعة وعشرون زوجاً من السمات مقسمة على أصناف السمات الرئيسة: صفات التحريف، سمات أساليب النطق، وسمات مصدر النطق. إن السمات المعلمة بالإشارة (*) غير مهمة في اللغة الإنجليزية.

I Major class Features

صفات الصنف الرئيسة

Sonorant	صوت مجهور (ذبذبة الحبال الصوتية)
Vocalic	صوت صائت (فتح التحريك الصمي)
Consonantal	صوت صامت (تصبيق أو اسداد المحرك الصوقي)
II Cavity Features	II سمات التجويف
Coronal	الضنوت التلحي (نظراً للتساؤل إلى الأعلى)
Anterior (Palato alveolar obstruction)	صوت داخلي (اسداد أو تصبيق حكي - مسحي)
Tongue body	حسم اللسان
High (above neutral)	مرتفع (فوق شكله الحيادي)
Low (below neutral)	منخفض (دون شكله الحيادي)
Back (Retracted)	خلمي (تراجع للحلق)
Rounded (lips narrow)	صوت مدور (الشفتان صيقتان)
Distributed (extended constriction)	صوت مورع (متشتر) (تصبيق مطول - ممتد)
Covered (narrow tense pharynx)*	صوت معطى (مقنع) (بمعوم صيق مشدود)*
Glottal constrictions	تصبيق (اسداد) حجري
Nasal	أنفي
Lateral	جانبى
III. Manner of Articulation Features	III سمات أسلوب النطق
Continuant	مستمر
Instantaneous release	تحرير (افلات - اطلاق) فوري
(/v/ is +)	(/ت/ + تحرير فوري)
(/t/ is -)	(/تش/ - تحرير فوري)
Suction*	جذب (انجذاب)*
Velaric Suction (clicks)	انجذاب (التصاق حلقي) (أصوات الطقطقة)
Implosion	انفجاري - داخلي
Pressure*	الضغط*
Velaric	صعط حلقي

Ejectives	الأصوات الخارجة بشدة (تدفيه أو مفروطة شدة)
Tense (muscular effort)	مشدود (جهد عصلي)
IV Source Features	IV سمات مصدر الصوت
Heightened Subglottal Pressure	ضغط تحتحوي مرتفع
Voice	الخهر
Strident	حاد سعة
Prosodic Features	السمات النظمية
Stress	السرة
Pitch	طمة الصوت
Length	طول

ومن طبيعة الوصف، نجد أن هذا النموذج ساكن برماً ولا يفسر أو يصف طبيعة الكلام الديناميكية. لكن المؤلفين، على أية حال، غير مهتمين، إلى درجة كبيرة، بتحقيق الكلام نفسه، بل إسما يصعان الكفاءة لغويين عند الإنسان، وعلى الرغم من ذلك، فإن سمات الصوتية عند تشويسكي وهابي أكثر تطبيقاً في أعمود لإصدار الكلام من مجموعة من السمات السمعية الصرفة. فقد اقترح المؤلفان هذه السمات بوصفها وصفاً للمقدرات الصوتية عند الإنسان ويمكن لأعمود متكامل أن يدمج نتائج السمات «الفيزيولوجية» السمعية بالقوانين النطقية لاشتقاق الخرج لسمعي

Liberman: The Speech code الكلامي (الشفرة) الرمز

على الرغم من أن موضوع بحث ليرمان وكوبر وشانكويلر (Liberman, Cooper & Shankweiler) الذي ظهر عام 1967 هو إدراك الكلام، لكنه احتوى على أعمود لإصدار الكلام أيضاً يقدم التحويلات التي اعتقد المؤلفون أنها ضرورية في القوانين لترميزية التي يستخدمها المتكلمون. ويصف الأعمود «الفوييمات»، أو مجموعة السمات التي تؤلفها، بأنها اشتقاق على مستوى عالٍ من الصياعات التركيبية - النحوية صمم نهر العصبي - المركزي. يرفض الأعمود فكرة أن الأصوات الكلامية هي فوييمات مباشرة جاهرة للتحويل الصوتي، لكنه يقول إن هناك تخطيطاً سمعياً (أكوستيكياً)

Speech Goals

الأهداف الكلامية:

Target Theory And Auditory Theory

نظرية الهدف والنظرية السمعية

قدم بيتر ماكينليج في بحثه «Motor control of Serial ordinary of Speech» عام 1970 نموذجاً لإصدار الكلام ينسجم مع فكرة هيب (Hebb) بشأن التكافؤ الحركي والعمل، آنذاك، في مجال ضبط حلقة عامما في الأنظمة الحركية ومن أمثلة التكافؤ الحركي حقيقة أنه يمكنك كتابة الحرف B بيصاك أو يسراك أو أن تمسك قلم رصاص بأصابع قدمك على الرغم من اختلاف العضلات المستخدمة في كل محاولة ومثال التكافؤ الحركي في الكلام الذي أعطاه ماكينليج هو قدرة أي متكلم على إصدار «كلام الأبواب» على الرغم من أنه يجب تغيير نشاط الفك، واللسان، وحركات الشفتين، ونشاط العضلات التحتية أو الأساسية ويمكنك أن تشعر بالاختلاف من خلال قول «not» بفم مفتوح، وبعد ذلك بأسنان غير متحركة كما لو أنك كنت تمسك بقلم أو أنبوب بين أسنانك. يدعي ماكينليج أن المتكلمين لا يصدرون مجموعة من الأوامر الحركية لكل وحدة كلامية لأنهم يقترحون من أشكال المجرى الصوتي من عدة أماكن مختلفة بل يرى أن هدف المتكلم هو هدف مكاني. ففي الدماغ، هناك تمثيل ذاتي مكاني للمنطقة القمية. وللوصول إلى الهدف المنشود، يمكن للمتكلم أن يتكيف مع ذلك من أي من الأماكن المختلفة. وتفترض النظرية أن إصدار الكلام هو نظام حلقة مفتوحة، ولكن بمساعدة ممكنة من آلية التغذية الإرجاعية لحلقة عامما في التنبؤ بالتصرف أو النشاط العضلي تحت وطأة بعض الظروف أو الحالات.

إن مفهوم الأهداف موجود ضمناً في ملاحظات بجورن لشدبلوم «Bjorn» Lindblom بشأن تقليص الصائت، التي ذكرت من قبل. لكن هذه الأهداف مصوغة ضمن شروط ترددات الصائت المميزة. فالتكلم يهدف إلى أهداف سمعية ثابتة، على الرغم من أنها يمكن أن تتقلص أو تتمير خلال الإرسال السريع غير المركز. والمستمع قادر على تصحيح التقلصات الحاصلة إدراكياً ومن ثم يستعيد أهداف الصائت. ومن هنا يأتي الهدف على أنه تمثيل نفسي لإصدار الصائت الحقيقي.

يقرّ ساوت نوتبووم (Sibout Nootboom) من هولندا نظرية الهدف عند ماكنيلج حيث يجد أن نظاماً مكانيّاً ذاتياً متسقاً أكثر فعالية من أنماط حركية مخزّنة لكل عمل ممكن. ولكنه يقترح أن ماكنيلج لم يسجح نجاحاً عظيماً في أعمدجه. ويسه نوتبووم، مشيراً إلى عمل لنديلوم، على أنه يجب فهم عرص المتكلم بوصفه فهمياً إدراكياً في المقام الأول حتى إن الأهداف المكانية يمكن أن تتغير أو تتحول في بعض الأحيان يعرض نوتبووم مثال المتكلمين الذين يصدرّون [u] شفاء مدوّرة أو من دونها وإن لم يستخدم تدوير الشفتين لتطويل المحرى الصوتي من أجل الترددات المنخفضة، فإنه يمكن عندئذ الاستعاضة عن ذلك بصعظ اللعوم نحو الأسفل لتحقيق النتيجة السمعية نفسها. تختلف، هنا، الأهداف المكانية، لكنه يفهم كلّاً من الصوتين على أنه الموييم /u/ نفسه، يتصمّر أنموذج نوتبووم لإصدار الكلام تمثيلاً داخلياً لمكان إدراكي سمعي. ويستخدم دماغ المتكلم فيه، مفيداً من التمثيلات السمعية والتمثيلات المكانية، قوانين تربط هذه التمثيلات لحساب الأوامر الحركية اللازمة لإنجاز الأهداف من الحالة البطقية الراهنة.

وقد اقترح بيتر لادافوحد «Peter Ladafoged» نظرية سمعية لإصدار الكلام، على الأقل، في إصدار الصوتات، يرى فيها أنه ربما كان هناك اختلاف في ضبط الإصدار بين الصوتات والصوامت.

Timing Models

نماذج التوقيت

إن البحث عن المتلارم الثابت للمونيم لا يمثل همّ عالم الصوت التجريبي للوحيد ذلك إن حقيقة ترتيب الكلام على محور زمني قد أدت إلى عدة نماذج لإصدار الكلام تؤكد التوقيت. إن بحث كارل لاشلي «Karl Lashley» الكلاسيكي الذي طبع عام 1951، قد سيج في إبطال مصداقية نظريات السلسلة المتربطة لإصدار الكلام في عقول معظم المطربين الذين تبعوه. تقول نظرية السلسلة المترابطة أن مشير حركة ما يجب أن يبدأ الحركة اللاحقة. وبالمقابل نظر لاشلي بأن إصدار الكلام يدمج عدة أنظمة متداخلة، ولكنها مهيّكلة تتناظر مع غرض التلكنم أو هدفه أسماها والسزعة

مفردة «Determining Tendency» وتتألف من مسودع الصور والكلمات، والتنظيم الحركي والية ترتيب زمنية والنقطة الهامة هنا هي أن الترتيب الزمني، كما يراه لاشلي، ليس موروثاً في العبرة، أو الكلمة أو الترتيب الحركي، بل يمكنه أن يصط ترتيبها إن وسيلة الترتيب الزمني هي تراكيب الموعود، وهي عخطط متكامل متماسك وهو بصورها توصفها نظماً لنكدمات وترتيباً للأعمال الحركية أيضاً، أن النموذج لاشلي هو نموذج حلقة مفتوحة ذات أنظمة دائمة التدخل دوماً

وفد نظم سفير أوهمان «Sven Ohman» النموذجاً رياضياً لإصدار الألفاظ المؤلفة من صائت - صامت - صائت إنه النموذج ينطقي له خمسون خطأ تقسم الحركي الصور، تشكل فيه أعلى نقطة في الحنك وبدانة التجويف الفمي المسحي محور لإحداثيات. لقد استخدم ليدهن رياضياً النطق المشترك الذي يصفه أوهمان من الأطياف الصوتية. ويحتوي النموذج على سمات القوييمات الساكنة والقواسم «الديناميكية» التي تخرج المهويمات في الكلام المستمر. ويسطر أوهمان إلى التوقيت الزمني بوصفه نتيجة لانتقال المتكلم من صائت إلى صائت وفرض تحرير الصوامت وحسها على الجدول الجوهري ويصغر هذه تأثيرات النطق المشترك الملحوظة، ويتضمن أيضاً آليات ضبط منفصلة للصوائت والصوامت

وطور ويليم هينك (William Henke) النموذج حاموب يعتمد على أداة بحث نظفية يدعم النموذج آلية كشف قبلية للصبط الحركي وترسل الأوامر الحركية بعدد كبير من الوحدات بشرط ألا تتعارض فيها بينها. يولد النموذج خطاً من المهويمات نطق مشترك ينتج عن انتشار السمات من صوت كلامي معين إلى الأصوات الكلامية المتخلوة.

يتصل بالترتيب الرسمي بعد آخر من التوقيت، وهو غط التوقيت السبي للوحدات في العبارة. وقد اقترح جيمس مارتس (James Martin) نموذجاً للإيقاع الكلامي، يرمج فيه المفردات المسورة أولاً حيث يعطيها المتكلم التوكيد النطقي الأساسي، وهو التوقيت ويطق الأقسام الأقل برأ في العبارة أهمية أقل. وتكون آية الإصدار تحت سيطرة مركزية وعلى الرغم من أن بعض اللغات (الإنجليزية إحداها) مؤقته السر على نحو أوضح من اللغات الأخرى، فإن مارتس يعد مثل تلك الأنماط التوقيتية السبية أو الإيقاعات سمات عالمية إن توقيت السر هو النزعة إلى حدوث البرهواصل متساوية ويبدو أن المستمعين يتحسسون إيقاع الكلام ويستعينون به في التسوية الرسالة

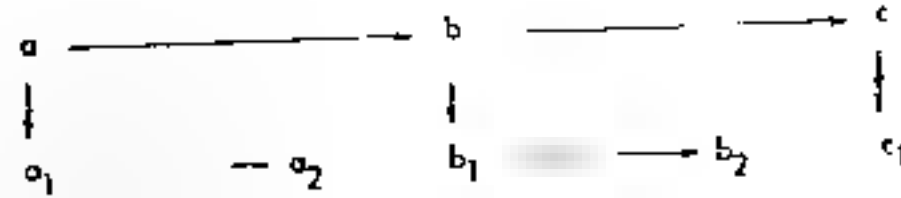
ومهما يكن، فإن المرء عندما يشرع في قياس إيقاع الكلام في المحرر يجده محيراً كالمصمم يمكن أن يكون الإيقاع في عقل المتكلم، ولكنه يصاب بالصباية وعدم الوضوح عندما يتحول في الجدول السعي للكلام ويفتح مارتس، على أية حال، أن المسمع بدخل إيقاع المتكلم ويتابعه على الرغم من معدل تغيرات المتكلم وعوامل أخرى تجعل من الإيقاع شيئاً صعباً التشخيص والتحديد موضوعياً.

نماذج التغذية الإرجاعية

Feed back Models

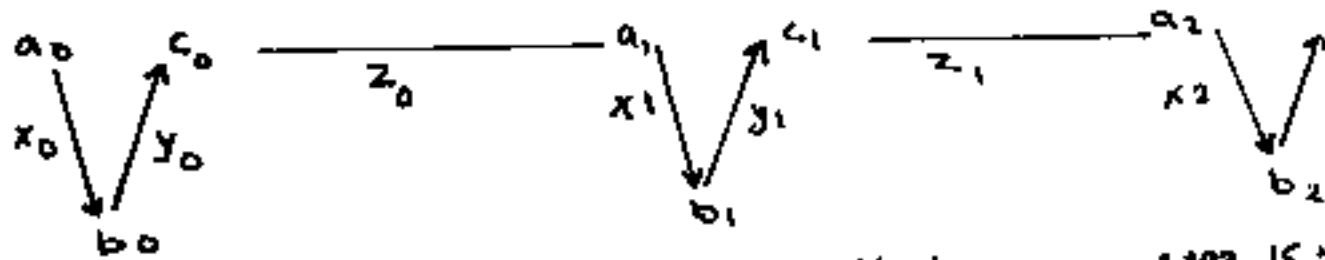
أشار كتاب كس رحل وامرأته من عريق كوزهيفيكوف (Kozhevnikov) وجستوفيتش (Chistovitch) من معهد بافلوف في لينغراد عام 1965 التفكير بشأن تنظيم الكلام من خلال تقديم النموذج للتوقيت الكلامي وصط المقطع. وقد أظهر الباحثان من خلال قياس أمد سلسلة الوحدات (Syntagma) التي تفصلها وقفات (يمكن للاستجما أن تكون مقطعاً واحداً، ولكن متوسط طولها يبلغ سعة مقاطع) أن الوقفات أكثر تعبيراً من الفواصل ضمن الستجما وحلصا إلى القول إنه يمكن قياس الوقت بمغزى أو معنى ضمن الستجما فحسب وقد اكتشفا أنه عندما يتغير معدل الكلام ضمن الستجما تبقى الفترات السبية للمقاطع والكلمات ثابتة. ولم يجدا أي فرق هام في الوقت السبي إلا عندما قاسا التغيرات في معدل الصوائت والصوامت في كل

مقطع بتعبير صامت المقطع قليلاً بالمعدلات السريعة أو البطيئة، ولكن بتعبير الصائت على نحو أكثر واستتج-كود هيمنكوف وجيستوفيتش أن التنظيم الطبقي للوقت يقع ضمن سيطرة المقطع تحتوي أوامر المقطع «a» في الشكل (4.102) على تعليمات لكل من الصائت (a_1) والصائت (B_2) وأكثر من ذلك، يمكن بدء الحركات التي بتطلبها المقطع أيّاً إن لم تكن متعارضة فيما بينها



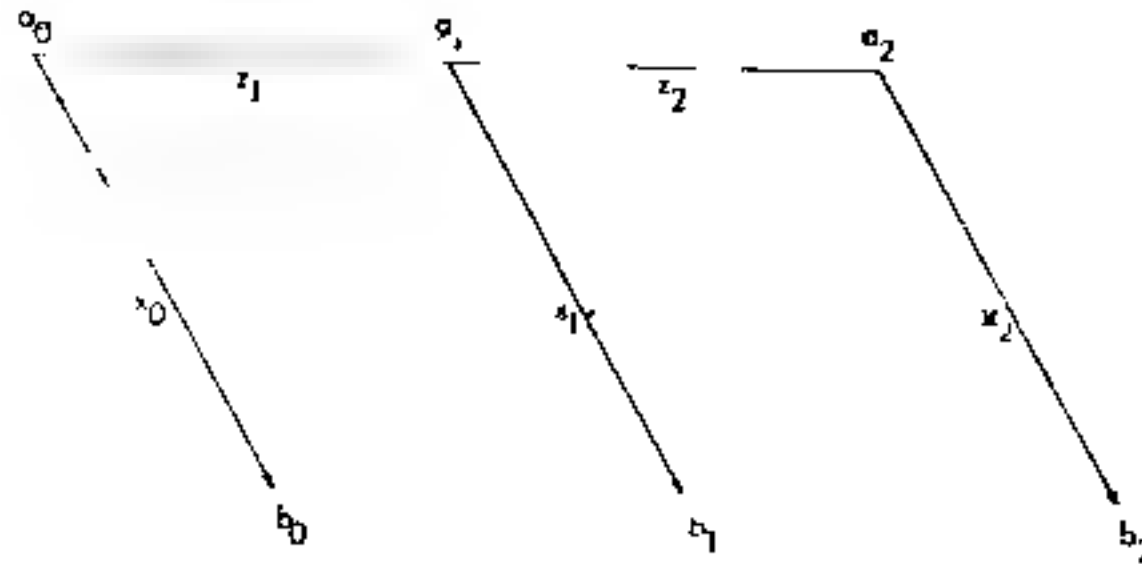
الشكل 4.102 أوامر للمقاطع a, b, و c تحتوي أوامر المقطع أوامر صامتية (B_1 , b_1 و c_1) وأوامر صائتية (خاصة بالصوائت)، (B_2 , b_2 و c_2) يمكن إصدار الأوامر الصامتية والصائتية في الوقت نفسه على الرغم من إدراكها على نحو متوالٍ (على التعاقب)

وفد اعتقد أن أوامر المقطع هي حلقة مفتوحة ساء على مقارنة التوقعات من أعمود حلقة مفتوحة وأعمود حلقة مغلقة يعارض الشكل (4.03) بين العرضيات متادلة (المتساوية) هي العرضية الأولى، ينتظر أمر بدء كل مقطع التغذية الإرجاعية الواردة التي تشير إلى أن أمر مواضع المقطع السابق قد صدر وذلك شكل من أشكال صط الحلقة المغلقة



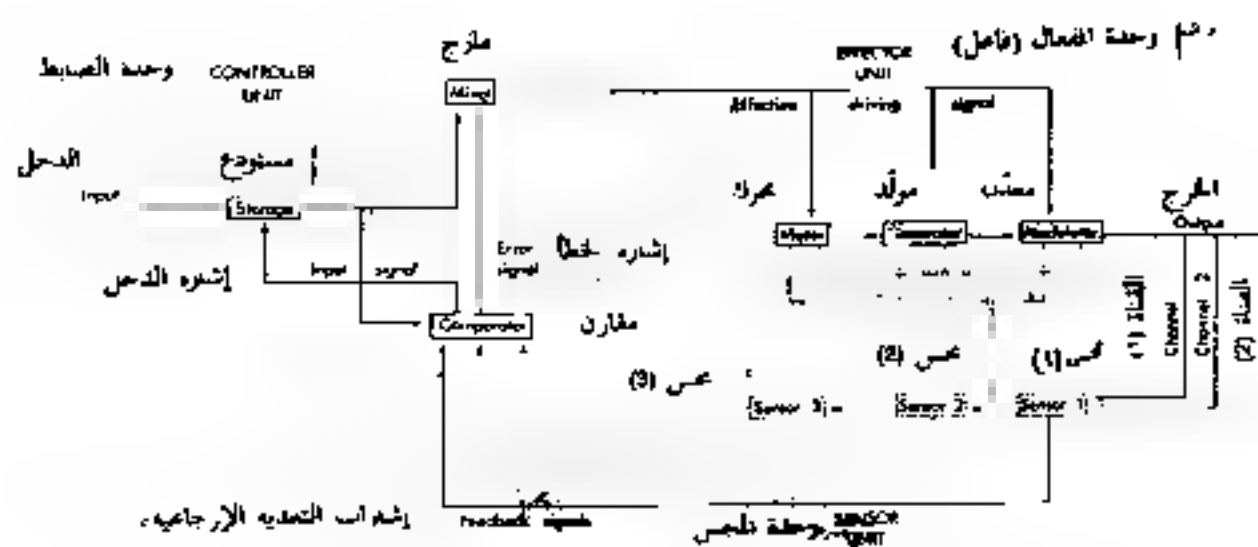
الشكل 4.103 عرضيه صط الحلقة المغلقة يصدر أمر بداية المقطع التالي إستجابه لنصر وارد يشير إلى أن المقطع السابق قد بدأ تمثل a_0 , a_1 و a_2 لحظات وصول أوامر المقطع، بينما تمثل b_0 , b_1 و b_2 لحظات بداية الحركات المسطرة بينما تمثل c_0 , c_1 و c_2 لحظات دخول النص الوارد من الجهاز العصبي مشيراً إلى بداية التحرك (تمثل x و y وقت التحويل الحركي والحسي، بينما تمثل z الفاصل بين الحركة والأمر اللاحق)

أما في الفرصة الثانية، فإن أوامر المقطع تصدر دون انتظار العودة الصادرة عن الإستجابة العضلية. وقد استنتج كورهيبيكوف وجيستوفيتش على نحو أولي من خلال اختبار هاتين الفرصيتين بواسطة قياس التغيرات الختمية الخاصة بالعترات التي تم الحصول عليها من تكرار عبارة حوالي 150 200 مرة، أن الفرصة الأولى للحلقة المقلقة أقل احتمالية. وكانت العبارة «Tonya Topila Banyu»، التي تعني «سحبت توبيا الحمام» وقد اعتقد الباحثان أنه لو احتلقت فترة المقطع أكثر من درجة اختلاف العبارة كاملة، وكانت المقاطع المتحاورة متلازمة سلبياً، فإن ذلك سيدعم نموذج الحلقة المفتوحة. وعندما وجدنا أن درجة اختلاف المقاطع أكثر بكثير من درجة تغير العبارة كاملة، وكان الترابط بين المقاطع المتحاورة سلبياً، حلصنا إلى القول إن المقطع حادثة نطقية مستقلة عن المقاطع المتحاورة، بمعنى أن أمر كل مقطع يصدر دانياً تحت توجيه مولد إيقاع غير محدد في الجهاز العصبي



الشكل 4.104 فرصة مسط الحلقة المفتوحة تصدر أوامر المقاطع المتلاحقة مركزياً لا يؤثر البهبات الواردة في طهانات المقاطع المتلاحقة تعني الرموز هـ م عته في الشكل 4.103

على الرغم من اعتبار كورهيغنيكوف وجيسوفيتش اللمس والسمع غير مهمين أو ضروريين في ضبط الكلام الخلق، فإن جرات فيربانكس (Grant Fairbanks) أكد أهميتها بالإضافة إلى أهمية التغذية الذاتية في النموذج لآلية الكلام على شكل الآلية المؤازرة. وقد طبع النموذج عام 1954 خلال موجة الاهتمام بالحقول الجديدة بسبب علم ضبط الآلات، وطبع كتاب نوربرت فيز «The Human use of Human being» في العام نفسه. وكان فيربانكس أول من صور الكلام على هيئة نظام حلقة معلقة بكثير من الدقة والتفصيل، حيث يمثل المحرك، والمولد وأجزاء المعدل في وحدة المفعول في الشكل (4.105) التنفس، والصوت والطلق على التوالي. تمثل المجسات 1، 2 و 3 السمع، واللمس والتغذية الذاتية. وقسم السمع على قنوات عظمية وتكيف هوائي. وتعمل وحدة الحرس بوصفها دارتاً حتى تنجز الدقات الكلامية. ولا يقوم المقارن بربط الإشارة المقصودة بالتغذية الإرجاعية للمخرج الحقيقي ابتغاء التصحيح فحسب، بل يتصمم وسيلة تنو، ولذلك لا نحتاج لتأخير العملية حتى تختفي إشارة الخطأ. وعندما يحدث تعارض أو تناقض بين الإشارة المقصودة والإشارة الحاصلة فعلاً في المقارنة، ترسل إلى الخارج، وبذلك يمكن تعديل وحدة المحرك أو المفعول.



الشكل 4.106: نموذج فيربانكس لعملية إصدار الكلام. (راجع النص لمزيد من الشرح)

وتبقى الاسئلة بشأن دور أنظمة الحلقة المفتوحة والحلقة المعلقة من دون إجابة اليوم والحال كذلك أيضاً بالنسبة إلى المبادئ الأساسية التي تحكم رجعة الحركية كما تبدو في الإيقاع الكلامي والنطق المشترك. ويتزايد صقلنا للمعلومات، مستحور النماذج وأنظمة السمات، وحتى التعاريف تتبلور باستمرار. ولا توجد هناك طريقة أفضل لإدراك ضالة معرفتنا وصلح التعقيد في إصدار الكلام من أخذ لفظ قصير ومحاولة تفعيل الحوادث الثانوية المتجسدة في إصداره. وأخرى فقر هذا الفصل هي مثل تلك المحاولة.

Production of A Sentence

إصدار جملة

«We beat you in soccer»

الجملة هي :

«نغلبكم في كرة القدم»

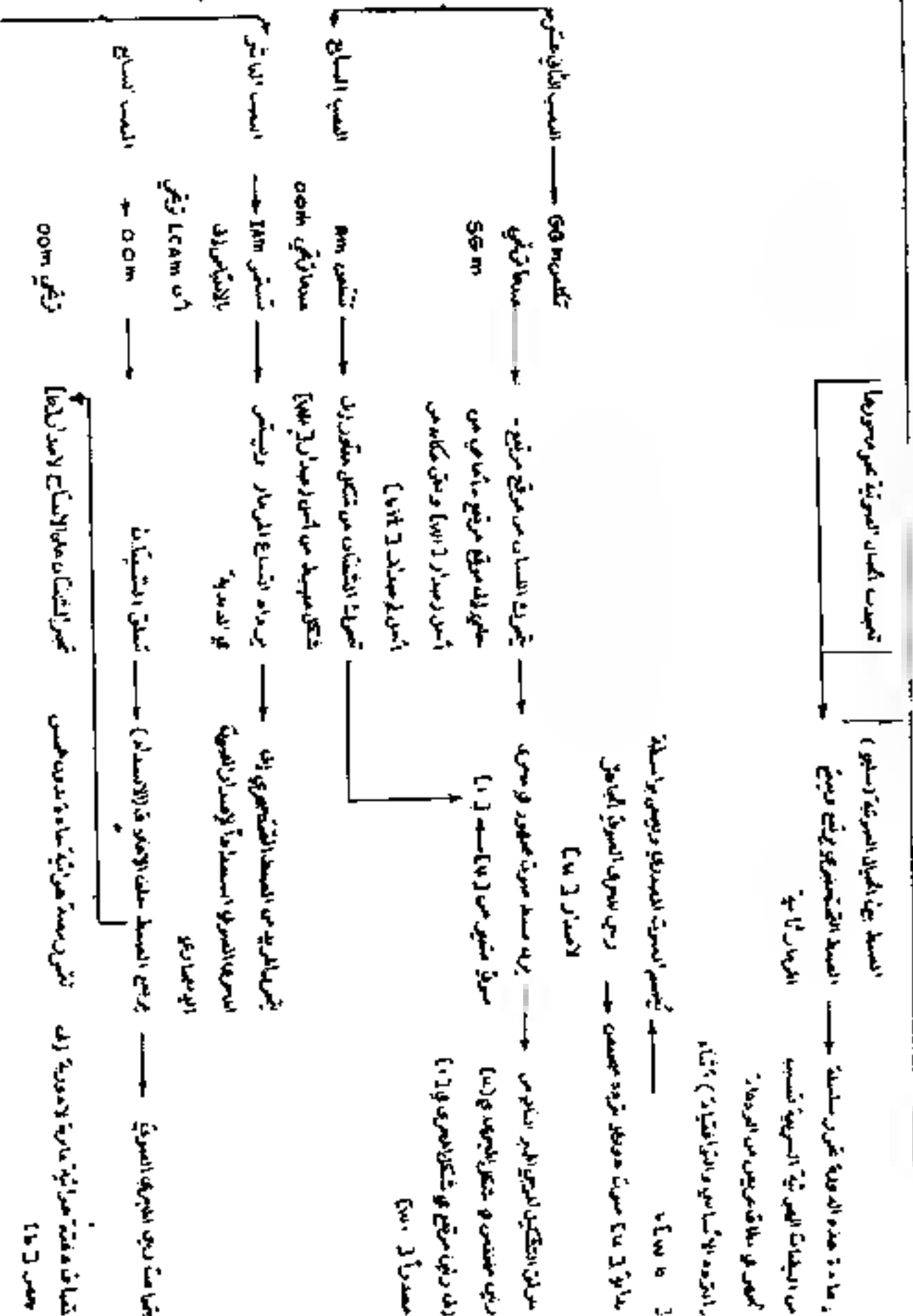
[ˈwi bi:t (tæn səkə)] or [ˈwi bi:t (t)ʊp səkə]

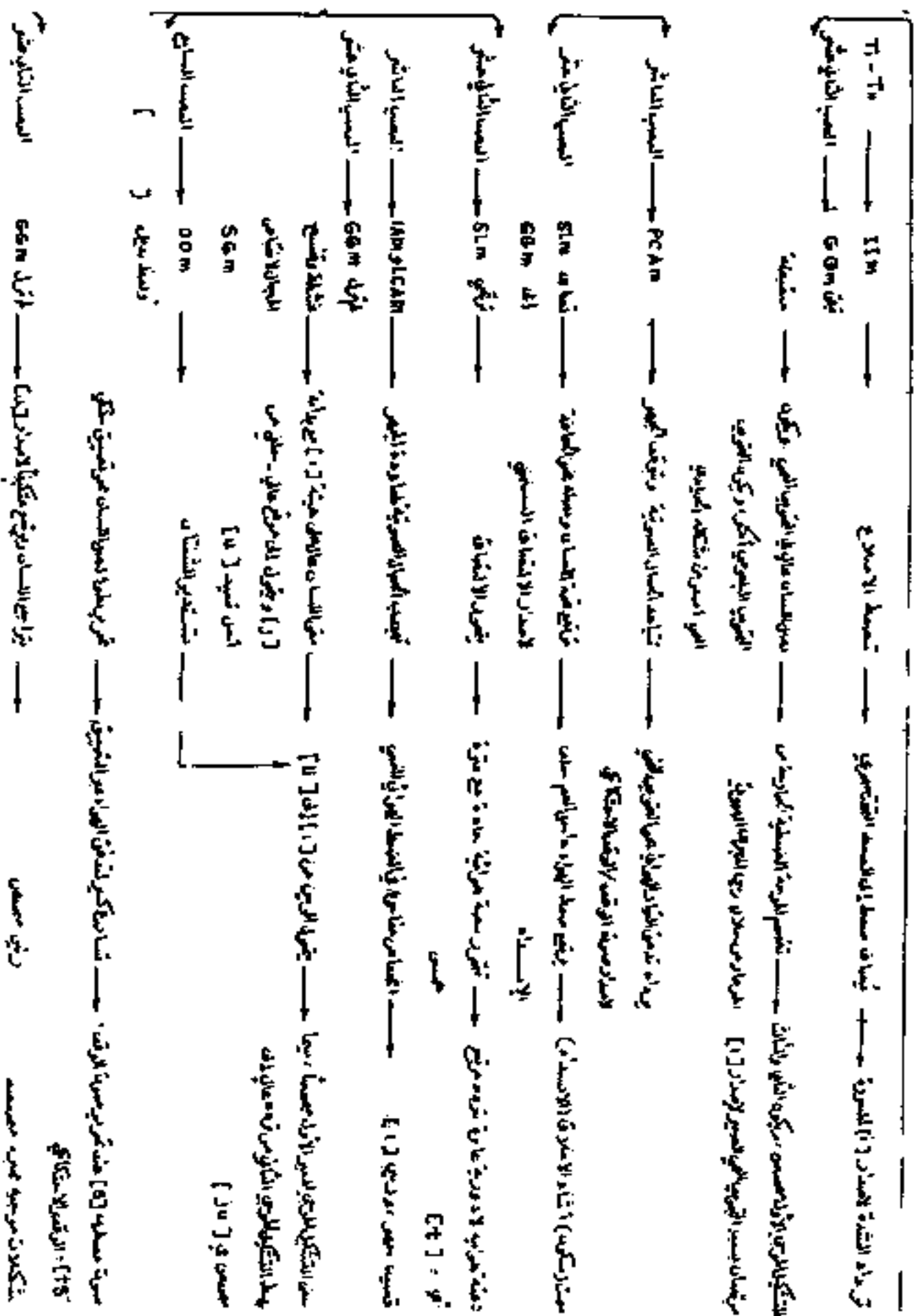
يرة أحد أعضاء الفريق الحاسر يحزم على تعليق أحد المتصربين بعد أن هزم هزيمة كراء على يد فريق كرة قدم جامعي صامس «يمكن أن يكون قد خسروا اللعبة اليوم، لكننا نغلبكم في كرة القدم»، ولو كنا داخل دماغ المتكلم نضبط أزراراً لإصدار «نغلبكم في كرة القدم» فماداً يمكن أن يكون ترتيب الأوامر ودمجها؟ والعبارة متارة لأنها تحتوي على أصوات الوقف، والأصوات الاحكائية، والأصوات الأنفية وأشياء الصوائت وصوائتنا المفصلة [i]، [ɔ] و [u] وهناك تناسق ستر أيضاً عندما لا يحصل تشابه بين [u] و [i] كما في اللفظ الثاني، ويحصل بذلك على [wi] و [ju] اللتين ليست متصادتين في الولاء للفريقين المتنافسين محسب، بل إلهما صورتان طيفيتان تعكس إحداهما الأخرى حيث تبدأ [wi] بـ [u]، سمعية وسترلق نحو [i]، سما تبدأ عمعمع سمعية وترلق نحو [u]. انظر الشكل (4.106).



الشكل 4.106 صور [wi] و [ju] الطيفية

وأيّ ما كانت مقاصد المتكلم في رده، سواء أكانت رغبة في الإحبار، أو عرصاً
لسكتة لطيفة ولكنها شائكة نسبياً، فإنها لن نحاول تقرير ذلك. كما أننا لن نحاول تسع
التشاك بين تراكيب القواعد والدلالة في اتخاذ القرار. وستحيل أن حملة «بعلكم في
كرة القدم» قد وصفت للحظة في مقارن كي تُعامل وقد حرص عليها التوقيت
والوسط الإيقاعي علما كانت تعطى إلى الأوامر الحركية. يشير إلى بعض الحوادث
الحركية الثانوية بالنسبة إلى الأهداف الحركية الأكثر عمومية بغض النظر عن ماهيتها
إن الطريقة المنطقية للإشارة إلى الحوادث الحركية تقع ضمن شروط الأعصاب،
والعضلات، والحركات والتغيرات التجويفية الناتجة، وتغيرات الضغط الهوائي
والنتائج السمعية. وسيفوق الحذف الإضافية في الوزن. ولن يكون هناك أي أثر لكل
القوى السلبية المؤثرة دائماً للمرونة، والحلدية، والكتلة والعطالة. مسدّد بعض قوى
العضلات النشطة الواضحة فحسب. ولن يُفصل القول بشأن النشاط العصبي المساعد
للعلاقات الإنتقائية وعكسها. وسيحذف أيضاً البث العديم الممكن الوارد عن
تعبيرات طول العضلة، ولمسها، والإشارات السمعية التي تزود المتكلم بمعلومات عن
تقدمه. ولكي نجعل الوصف ملموساً نوعاً ما، أجرياً، على أية حال، بعض
التصورات المحددة بشأن طريقة معينة من الطرق العديدة في نطق الجملة وعلى
الرغم من هذه النواقص، يبقى التمرين جديراً بالمحاولة، حتى لو ربط بحسب بين
عمليات التنفس، والنشاط الحنجري والناطق التي تخطط، عادة، معزولة في جوهرها،
ولنذكر أنفسنا بدرجة تعقيد الكلام:





تعي اختصارات التي استخدمت في المخطط لساني ما يلي

Elm = الير - صلعة الخارجيه

ilm = لعصله لير . صلعه الداخيه

VC = المندعة الحيويه

GGm = العصله الدقيه - اللسانيه

GOm - العصله المداريه الهميه

UPm - لعصله الحكيه - الرابعه

SGm = العصله اللسانيه - الاخره

IAm - العصله الطرجهيه الوسطي

ICAm - العصله الخلقايه - الطرجهاريه الخاسيه

P₈ - الصمط الهوائي التحتجري

F₀ التردد الاساسي

F₁, F₂, F₃ - التشكيل الموحى الأول، الثاني والثالث

Risorius muscle = Rm

PGAm = العصله الخلقايه - الطرجهاريه

SLm - العصله الطولاسه العليا

PGm العصله الحكيه - اللسانيه.

ILm العصله الطولانيه البسل الداخليه

HGm العصله اللاميه اللسانيه

ABDm = العصله الشطبييه

CTm - العصله الخلقايه - البرقيه

SPL - مستوى الصمط الصوتي

HHm - العصله البرقيه - اللاميه

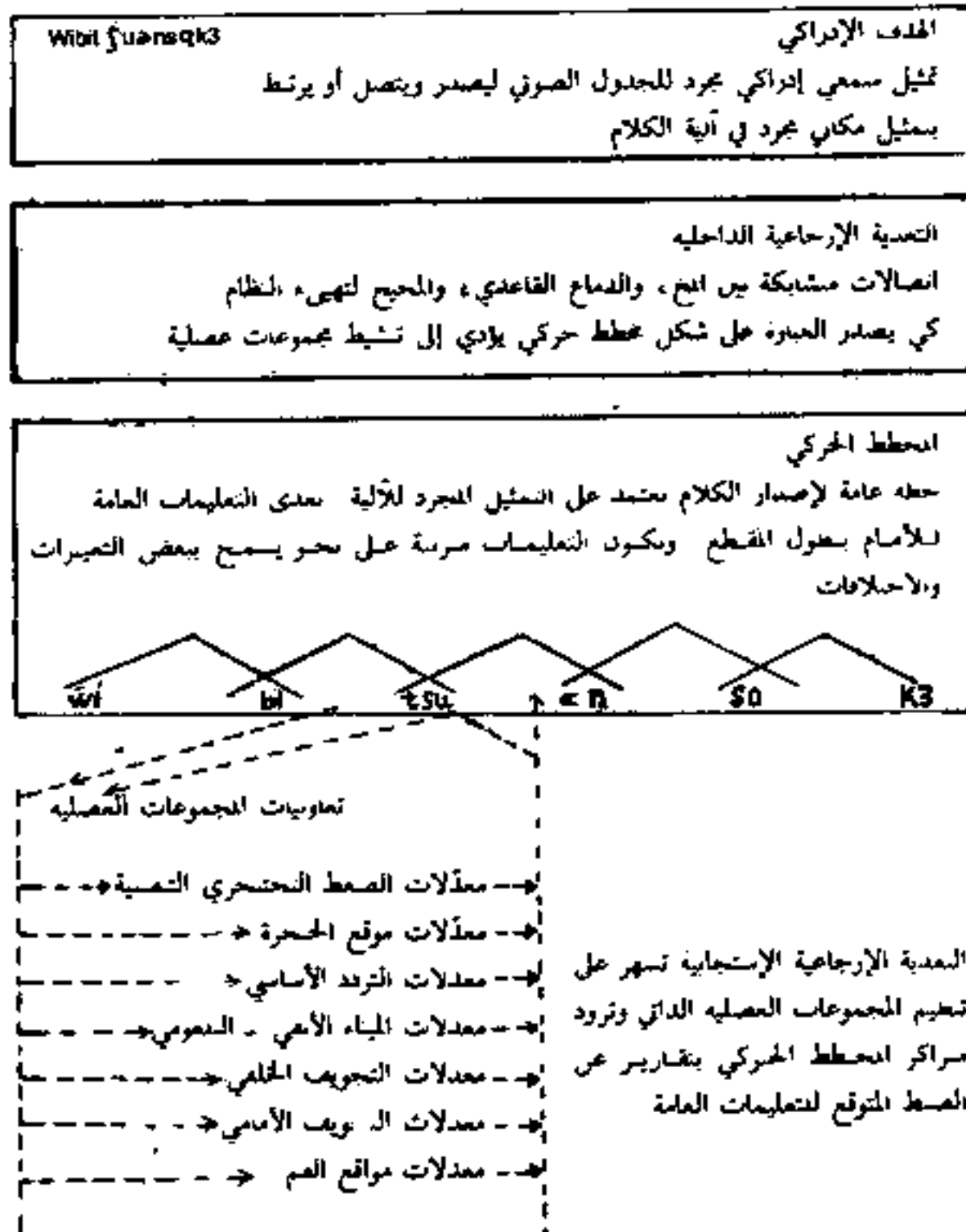
حشية أن تعطي محاولة حرك حوادث الكلام التنفسية والصوتية والنطقية هذه أي إسان انطاعات خاطئة بأن الكلام هو نتيجة تحويلات مواريه، ولكنها مستقلة، من الشكل العصبي إلى الصمط الهوائي، أو أن هناك تحويلات مباشرة من القويم إلى الصوت، فقد قمنا بصياغة العملية على نحو آخر بوصفها أشودحاً يمكن أن يمثل التنسيق بين المجموعات العصبية الموحدة في الكلام على نحو أفضل يظهر الشكل

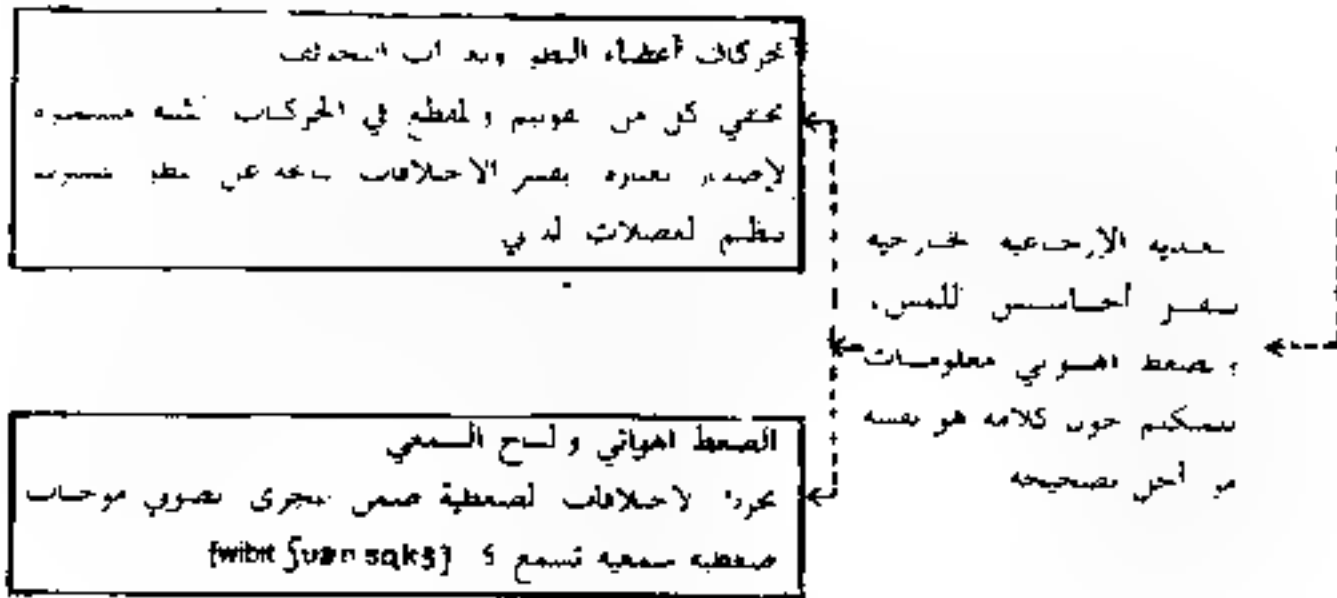
(4.107) الهدف الكلامي الأولي بوصفه تمثيلاً سمعياً إدراكياً لعبارة «نغلبكم في كرة القدم» إما يعرف الصوت العام للعبارة التي نخطط لقولها. ويمكن أن يكون هناك، في هذه المرحلة قبل الكلامية، حلقة نشاط داخلية عصبية بين المراكز العصبية القاعدية، والمحجج والمخ في الدماغ تهيء النظام من أجل الخرج الكلامي ويمكن لمخطط إصدار العبارة الحركي أن يكون مجرداً وفي حالة مرنة مما يسمح باختلافات وتغيرات في الإصدار الحقيقي إن وصفاً تقريبياً للتعيرات في الآليات الكلامية يمكن أن يشكل المخطط. يمكن توضيح تغيرات المجرى الصوتي العامة في اللفظ من تخزين عر الضغط المحيحي للمناطق الحركية في المخ، ويمكن تعدية هذا التمثيل إلى الأمام بقطع بحجم المقطع على الأقل يمكن أن تكون عملية تنظيم مجموعات عضلية معينة، كذلك العضلات التي تتعاون لتنظيم التردد الأساسي، ذاتية الانتظام من خلال إستجابة تغذية المغريات العصبية الإرجاعية وشير إلى كيفية إمكانية تداخل قطعتين عندما تنشأ خطة [Fujita] المجموعات العصبية

وليست المجموعات العصبية المنتظمة لإداء وظيفة معينة مسقة فيما بينها محسب، بل إنها تسق أيضاً مجموعات عضلية أخرى منتظمة لإداء وظيفة أو مهمة مختلفة. يمكن جعل هذا التنسيق الأكبر ممكناً، على نحو أساسي، من خلال تعدية قلبية لتفاعلات ممارسة دقيقة ومحددة إن حركات أعضاء النطق والتعيرات في أشكال التجويف مستمرة مما يسبب اصمحلال حدود الفونيم والمقطع كما نعرفها إن اختلافات الحركة بسبب السياق أو سبب اختلافات المكانة الأولية هي القاعدة وتنتج ذاتياً ضمن كل مجموعة عضلية وكذا فإن اختلافات الضغط الهوائي والحدول السمي الناتج ديناميكيان أيضاً نتيجة الطرق التي يتغيران فيها على محور الزمن يمكن للتعدية الإرجاعية الخارجية لإحساسات التعدية الإرجاعية الموضعية والسمعية أن تكون متأخرة جداً كي تؤثر في الأنماط الحركية الثانوية لنشاط المجموعة العصبية، ولكنها تؤثر بالمخطط العام الأكبر. وبذلك يمكن تصحيح أي خطأ في المحاولة التالية (اللاحقة).

وهكذا، فإن هدف التكلم هو إصدار الأصوات التي تناسب هدفاً سمعياً إدراكياً كي يفهمها نظام المستمع الإدراكي. دعنا نحاول، في الفصل اللاحق، مناقشة ذلك النظام الإدراكي والعمليات التي يمكن أن يحتويها الاستماع أو الإصغاء

نموذج لإصدار الكلام Model of Speech Production





الشكل 4.107 نموذج لإصدار الكلام (راجع النص لزيادة من التفصيل)

مراجع الفصل الرابع

BIBLIOGRAPHY

General Works on Speech Production

- Dickson, D. R. and Maue, W. M. *Human Vocal Anatomy*. Springfield, Ill. Charles C. Thomas, 1970.
- Harris, K. S. Physiological Aspects of Articulatory Behavior. In *Current Trends in Linguistics*, Vol. 12, No. 4. T. A. Sebeok (Ed.) The Hague: Mouton, 1974, pp. 2281-2302.
- Lieberman, P. *Speech Physiology and Acoustic Phenomena: An Introduction*. New York: Macmillan, 1977.
- MacNeilage, P. Speech Physiology. In *Speech and Vocal Functioning*, H. Gilbert (Ed.) New York: Academic Press, 1972, pp. 1-72.
- Minifie, F., Hixon, T., and Williams, F. (Eds.). *Neurological Aspects of Speech, Hearing, and Language*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1972.
- Perkell, S. *Physiology of Speech Production*. Results and Implications of a Quantitative Cinematographic Study. Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1969.
- Van Riper, C. and Swin, V. *Voice and Articulation*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall Inc., 1958.
- Zemlin, W. R. *Speech and Hearing Sciences: Anatomy and Physiology*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall Inc., 1968.
- Mackay, D. G. Spontaneous: The Structure of Errors in the Serial Order of Speech. *Neuropsychologia* 8, 1970, 3: 33-350.
- Milner, B., Branch, C. and Rasmussen, T. Observations on Cerebral Dominance in Psychology Readings. *Language*, R. C. Oldfield and J. C. Marshall (Eds.). Baltimore: Penguin Books, 1968. (Later figures given in present text from oral presentation by Milner at ASHA meeting, Las Vegas, 1974.)
- Penfield, W. and Roberts, L. *Speech and Brain Mechanisms*. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1959.
- Pribram, K. H. *Languages of the Brain*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1971.
- Wada, J. and Rasmussen, T. Intracarotid injection of Sodium Amytal: of the Lateralization of Cerebral Speech Dominance: Experiments and Clinical Observations. *J. Neurosurg.* 17, 1960, 266-282.
- Wernicke, C. *Der Aphasische Symptomencomplex*. Breslau: Max Cohn and Weigert, 1874.

Neurophysiology References

- Broca, P. Remarques sur le siege de la faculte du langage articule suivies d'une observation d'aphemie (perte de la parole). *Bull. Soc. Anatom. Paris*, VI, 36, 1861, 330-357.
- Eccles, J. C. *The Understanding of the Brain*. New York: McGraw-Hill, 1973.
- Fromkin, V. A. Slips of the Tongue. *Sci. Am.* 229, 1973, 110-116.
- Acoustiques Fondamentales de la Voix Chantee. Thesis, University of Paris, 1950.
- Müller, J. *The Physiology of the Senses, Voice, and Muscular Motion with the Mental Faculties*. Translated by W. Baly. London: Walton and Maberly, 1848.
- Negus, V. E. *The Comparative Anatomy and Physiology of the Larynx*. New York: Hafner Publishing Co., 1962. (A rewriting of V. E. Negus, *The Mechanism of the Larynx*. London: William Heinemann Medical Books, Ltd., 1928.)
- Shipp, T. Vertical Laryngeal Position during Continuous and Discrete Vocal Frequency Change. *Speech Hear. Res.* 18, 1975, 707-718.
- Van den Berg, J. Myoelastic-Aerodynamic Theory of Voice Production. *J. Speech Hear. Res.* 1, 1958, 227-244.
- Von Helmholtz, H. *Die Lehre der Tonempfindungen als physikalische Grundlage für die Theorie der Musik*. Braunschweig: F. Vieweg und Sohn, 1863.

Respiration References

- Campbell, E., The Respiratory Muscles. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 155, 1968, 135-140.
- Dwyer, M. H., Lofstedt, P., and Whitteridge, D., Respiratory Muscles in Speech. *J. Speech Hear. Res.* 2, 1968, 14-27.
- Fenn, W. G., Mechanics of Respiration. *Am. J. Med. Sci.* 1951, 77-81.
- Hixon, T., Respiratory Function in Speech. In *Normal Aspects of Speech, Hearing, and Language*. P. D. Minkie, T. J. Hixon, and F. Williams (Eds.) Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall Inc., 1972.
- Mead, J., Bouhuys, A., and Proctor, D. F., Mechanisms Generating Subglottic Pressure. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 155, 1968, 177-187.
- Nesell, R., Subglottal and Introral Air Pressure during the Intervocalic Contrast of /r/ and /d/. *Phonetica* 20, 1969, 66-73.
- Rahn, H., Otis, A. B., Chadwick, L. E., and Fenn, W. G., The Pressure-Volume Diagram of the Thorax and Lung. *Am. J. Physiol.* 146, 1948, 181-176.
- Stetson, R., *Minor Phonetics*. Amsterdam: North-Holland, 1951.
- Van den Berg, J., Direct and Indirect Determination of the Mean Subglottic Pressure. *Folia Phoniatr (Basel)* 8, 1956, 1-34.

Phonation References

- Atkinson, J. E., Correlation Analysis of the Physiological Factors Controlling Fundamental Voice Frequency. *J. Acoust. Soc. Am.* 43, 1970, 211-222.
- Faaborg-Andersen, K., Electromyographic Investigation of Intrinsic Laryngeal Muscles in Humans. *Acta Physiol. Scand* 41, Suppl. 140, 1957, 1-148.
- Hirata, H., and Gay, T., The Activity of the Intrinsic Laryngeal Muscles in Voicing Control. *Phonetica* 23, 1972, 140-164.
- Huxson, R., *Étude des Phénomènes Physiologiques et*

General References in Acoustics of Speech

- Dumas, P. B., and Pinson, E. N., *The Speech Chain*. New York: Doubleday, 1973.
- Fant, G., *Acoustic Theory of Speech Production*. The Hague: Mouton, 1970.
- Flanagan, J. L., *Speech Analysis, Synthesis, and Perception*. Berlin: Springer-Verlag, 1965.
- Fry, D. B. (Ed.), *Acoustic Phonetics: A Course of Basic Readings*. New York: Cambridge University, 1976.
- Lobato, I. (Ed.), *Readings in Acoustic Phonetics*. Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1967.
- Potter, R. K., Kopp, G. A., and Green, H. C., *Visible Speech*. New York: D. Van Nostrand Co., Inc., 1947.

Articulation and Resonance References

- Bell-Berti, F., The Velopharyngeal Mechanism: An Electromyographic Study. *Haskins Laboratories Status Report (Suppl.)*. New Haven, Conn.: Haskins Laboratories, 1972.
- Bell-Berti, F., Control of Pharyngeal Cavity Size for English Voiced and Voiceless Stops. *J. Acoust. Soc. Am.* 57, 1975, 456-467.
- Berti, F., and Hixon, T., Palatal Activity in Voicing Distinctions: A Simultaneous Fiberoptic and Electromyographic Study. *J. Phonetics* 3, 1973, 69-74.
- Chiba, T., and Kajiyama, M., *The Vowel: Its Nature and Structure*. Tokyo: Kaizokan, 1941.
- Crandall, I. B., *Sounds of Speech*. *Bell Syst. Tech. J.* 4, 1925, 585-625.
- Fritsch, B., The Velopharyngeal Muscles in Speech: An Electromyographic and Cinefluorographic Study. *Acta Otolaryngol. (Stockh.) Suppl.* 250, 1966.
- Fujimura, O., Analysis of Nasal Consonants. *J. Acoust. Soc. Am.* 34, 1962, 1065-1070.

- Heinz, J. M. and Stevens, K. N., On the Properties of Voiceless Fricative Consonants. *J. Acoust. Soc. Am.* 33, 1961, 589-598.
- Holbrook, A. and Fairbanks, G., Diphthong Formants and their Movements. *J. Speech Hear. Res.* 3, 1962, 38-58.
- Joss, M., Acoustic Phonetics. Longuage Monograph 23 (Suppl. to Vol. 24), 1948.
- Kuhn, G. M., On the Front Cavity Resonance and its Possible Role in Speech Perception. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 428-433.
- Ladefoged, P., *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc. 1973.
- Kimber, E. and Abramson, A. D., A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stages: Acoustical Measurements. *Word* 20, 1964, 388-422.
- Lieber, J. F., An Electromyographic-Cinematographic Investigation of Vowel Functions during Normal Speech Production. *Cleft Palate*, 5, 1966, 1-18.
- Moll, K. and Daniloff, R. G., Investigation of the Timing of Vowel Movements during Speech. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 679-684.
- Peterson, G. E., and Barney, H. L., Control Methods Used in a Study of the Identification of Vowels. *J. Acoust. Soc. Am.* 24, 1962, 175-184.
- Peterson, G. E. and Lehiste, J., Duration of Syllable Nuclei in English. *J. Acoust. Soc. Am.* 32, 1960, 583-703.
- Peterson, G. E. and Lehiste, J., Transitions, Glides and Diphthongs. *J. Acoust. Soc. Am.* 33, 1961, 244-257.
- Roughly, J. W. S., *Theory of Sound*. London: Macmillan, 1978.
- Stevens, K. N., and House, A. S., An Acoustical Theory of Vowel Production and Some of its Implications. *J. Speech Hear. Res.* 4, 1961, 305-320.
- Stevens, K. N. and House, A. S., Development of a Quantitative Description of Vowel Articulation. *J. Acoust. Soc. Am.* 37, 1965, 484-498.
- Suberlay, J. D., Dye, M. and Suberlay, J. D., Cinematographic Study of Sibilants. *Folia Phoniatr. (Basel)* 24, 1972, 30-50.
- Udall, E., Transitions in Fricative Noise. *Lang. Speech* 7, 1964, 13-15.
- Kent, R. D. and Minifie, F. D., Coarticulation in Recent Speech Production Models. *J. Phonetics* 5, 1977, 115-135.
- Kozhevnikov, V. A. and Chistovich, L. A., *Речь артикуляционная и акустическая*. Moscow-Leningrad, 1963. Translated as *Speech: Articulation and Perception*. Springfield, Va. Joint Publications Research Service, United States Department of Commerce, 1966.
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. F. and Studdert-Kennedy, M., Perception of the Speech Code. *Psychol. Rev.* 74, 1967, 437-482.
- Landblom, B. E. F., Spectrographic Study of Vowel Reduction. *J. Acoust. Soc. Am.* 35, 1963, 1773-1781.
- MacNeilage, P. F., Motor Control of Serial Ordering of Speech. *Psychol. Rev.* 77, 1970, 182-196.
- MacNeilage, P. F. and De Clerk, J. E., On the Motor Control of Coarticulation in CVC Minutephables. *J. Acoust. Soc. Am.* 45, 1969, 1207-1210.
- Ohman, S. E. G., Coarticulation in CVC Minutephables. Spectrographic Measurements. *J. Acoust. Soc. Am.* 36, 1964, 1550-1564.
- Palmer, J. S., *Physiology of Speech Production: Results and Implications of a Quantitative Cinematographic Study*. Cambridge Mass. M. I. T. Press, 1966.
- Peterson, G. E. and Shoup, T. F., A Physiological Theory of Phonetics. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966, 5-87.
- Fry, D. B., Prosodic Phenomena. in *Manual of Phonetics*. B. Malmberg (Ed.), Amsterdam: North-Holland, 1970.
- Lehiste, J., *Suprasegmentals*. Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1970.
- Liberman, P., *Intonation, Perception and Language*. Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1967.

Feedback References

General

- Borden, G. J., An Interpretation of Research on Feedback Interruption. *Brain Lang.* 7, 1979, 307-319.
- Ringel, R. L., Oral Sensation and Perception: A Selective Review. *ASHA Rep.* 5, 1970, 188-205.
- Wiener, N., *Cybernetics*. Sci. Am. 178, 1948, 14-19.
- Weiner, N., *The Human Use of Human Beings*. 2nd Ed. Rev. Garden City, N. Y. Doubleday, 1954.

Auditory Feedback

- Black, J. W., The Effect of Delayed Side-Tone upon Vocal Rate and Intensity. *J. Speech Hear. Disord.* 16, 1951, 56-60.
- Borden, G. J., Dorman, M. F., Freeman, F. J. and Raphael, L., Electromyographic Changes with Delayed Auditory Feedback of Speech. *J. Phonetics* 5, 1977, 1-8.
- Fairbanks, G. and Guttman, N., Effects of Delayed Auditory Feedback upon Articulation. *J. Speech Hear. Res.* 1, 1958, 12-22.

English Speech Sounds

General Reference Collection

- Bell-Berti, F. and Harris, K. S., Some Aspects of Coarticulation. Paper presented at the International Congress of Phonetic Sciences, Leeds, England, Aug. 1978.
- Borden, G. J. and Gay, T., Temporal Aspects of Articulatory Movements for /s/-Stop Clusters. *Phonetica* 36, 1979, 21-31.
- Daniloff, R. G. and Hammerberg, R. E., On Defining Coarticulation. *J. Phonetics* 1, 1973, 239-248.
- Daniloff, R. G. and Moll, K., Coarticulation of Lip-rounding. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968, 707-721.

- Feinbush, G. Selective Vocal Effects of Delayed Auditory Feedback. *J. Speech Hear. Disord.* 28, 1963, 335-348.
- Garber, S. F. The Effects of Feedback Filtering on Nasality. Paper presented at ASHA convention, Houston, Nov., 1978.
- Leas, H. L., Catanis, A. C. and Stevens, S. S. Voice Level: Acoustic Scale, Perceived Loudness, and Effects of Side Tones. *J. Acoust. Soc. Am.* 38, 1965, 189-197.
- Leas, H. L. and Tansel, R. The Lombard Sign and the Role of Hearing in Speech. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 677-708.
- Leas, H. L. Effects of Delayed Speech Feedback. *J. Acoust. Soc. Am.* 23, 1955, 884-890.
- Peters, B. W. The Effect of Changes in Side-Tone Delay and Level upon Rate of Oral Reading of Normal Spondee. *J. Speech Hear. Disord.* 24, 1959, 463-468.
- Singel, C. M. and Pick, M. L., Jr. Auditory Feedback in the Regulation of Voice. *J. Acoust. Soc. Am.* 36, 1974, 1818-1824.
- Stenstrom, C. Delays Associated with Certain Sedentary Pathways. *J. Acoust. Soc. Am.* 24, 1952, 282-286.
- Von Békésy, G. The Structure of the Middle Ear and the Hearing of One's Own Voice by Bone Conduction. *J. Acoust. Soc. Am.* 21, 1948, 217-232.
- Wolster, E. L. and Darnan, M. P. Changes in Reliance on Auditory Feedback Cues as a Function of Oral Practice. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 387-393.
- Yates, A. J. Delayed Auditory Feedback. *Physiol. Bull.* 60, 1963, 213-232.
- Tactile Feedback**
- Barker, G. J., Morris, K. B. and Catson, L. Oral Feedback II. An Electromyographic Study of Speech under Nerve-Block Anesthesia. *J. Phonetics* 1, 1973, 267-308.
- Barker, G. J., Morris, K. B. and Oliver, W. Oral Feedback: Variability of the Effect of Nerve-Block Anesthesia upon Speech. *J. Phonetics* 1, 1973, 289-296.
- Cannon, E. A., Smith, P. J., Denhoff, R. G. and Kim, C. W. Articulation and Stress/Juncture Production under Oral Anesthesia and Masking. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 271-282.
- Goodman, W. J. Some Aspects of Speech Production under Controlled Conditions of Oral Anesthesia and Auditory Masking. *J. Phonetics* 3, 1975, 287-314.
- Mois, Y., House, A. S., Li, K. P. and Ringel, R. L. Acoustic Characteristics of Speech Produced without Oral Sensation. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 67-77.
- Hutchinson, J. M. and Putnam, A. H. B. Acoustic Aspects of Sensory Deprived Speech. *J. Acoust. Soc. Am.* 56, 1974, 1612-1617.
- Leanderson, R. and Putnam, A. The Effect of Trigeminal Nerve Block on the Articulatory EMG Activity of Facial Muscles. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 79, 1973, 271-278.
- Locke, J. L. A Methodological Consideration in Kinesthetic Feedback Research. *J. Speech Hear. Res.* 17, 1974, 738-742.
- Prosek, R. A. and House, A. S. Intraoral Air Pressure as a Feedback Cue in Consonant Production. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 133-147.
- Putnam, A. H. B. and Ringel, R. A. Cinematographic Study of Articulation in Two Subjects with Temporally Induced Oral Sensory Deprivation. *J. Speech Hear. Res.* 15, 1972, 247-268.
- Putnam, A. H. B. and Ringel, R. Some Observations of Articulation during Labial Sensory Deprivation. *J. Speech Hear. Res.* 15, 1972, 539-542.
- Spurr, C. M. and Ringel, R. L. Articulation without Oral Sensory Control. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 804-810.
- Proprioceptive Feedback References**
- Abbs, J. The Influence of the Cervical Motor System on Jaw Movements during Speech: A Theoretical Framework and Some Preliminary Observations. *J. Speech and Hear. Res.* 16, 1973, 173-208.
- Brownlee, J. P. *Muscle Spindles and Neural Control of the Tongue: Implications for Speech*. Springfield, Ill. Charles C Thomas, 1971.
- Cooper, S. Muscle Spindles and Other Muscle Receptors. In *The Structure and Function of Muscle*. Vol. 1. G. H. Bourne (Ed.) New York: Academic Press, 1968, pp. 387-428.
- Critchlow, V. and von Euler, C. Interoral Muscle Spindle Activity and Its Motor Control. *J. Physiol.* 168, 1963, 839-847.
- Fitzgerald, M. T. and Law, M. E. The Peripheral Connections between the Lingual and Hypoglossal Nerves. *J. Anat.* 98, 1964, 174-188.
- Foldina, J. W. and Abbs, J. M. Lip and Jaw Motor Control during Speechic Responses to Resistive Loading of the jaw. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 307-320.
- Goodwin, G. M. and Leecher, E. S. Effects of Destroying the Spindle Afferents from the Jaw Muscles upon Mastication in Monkeys. *J. Neurophysiol.* 37, 1974, 987-991.
- Gumwin, G. M., McCluskey, D. I. and Matthews, P. B. C. The Contribution of Muscle Afferents to Kinesthesia Shown by Vibrotactile Induced Illusions of Movement and by the Effects of Paralyzing Joint Afferents. *Brain* 95, 1972, 705-748.
- Hammel, S. L. Speech Adaptation to Dental Appliances: Theoretical Considerations. *J. Baltimore Coll. Dent. Surg.* 28, 1973, 52-81.
- Higgins, R. and Angel, R. W. Correction of Teaching Errors without Sensory Feedback. *J. Exper. Psychol.* 84, 1970, 412-416.
- Ladyfeged, P. and Frothingham, V. A. Experiments on Consistency and Performance. *IEEE Trans. Audio Electroacoustics* March 1968, 120-126.

- Matthews, P. B. C., Muscle Spindles and their Motor Control. *Physiol. Rev.* 44, 1964, 219-286.
- Mull, F. M., and Sherrington, C. S. Experiments upon the Influence of Sensory Nerves upon Movement and Nutrition of the Limbs. *Proc. Roy. Soc. Lond. Biol.* 57, 1876, 461-488.
- Smith, T. E., and Lee, C. Y. Peripheral Feedback Mechanisms in Speech Production Models? In: *Proceedings of 7th International Congress of Phonetic Sciences*. A. Rigault and R. Charbonneau (Eds.) The Hague: Mouton, 1972, 1196-1202.
- Taub, E., Ellman, S. J., and Berman, A. J., Deafferentation in Monkeys. Effect on Conditioned Grasp Response. *Science* 151, 1969, 593-594.
- Vallbo, A. B. Muscle Spindle Response at the Onset of Isometric Voluntary Contractions in Man. Time Difference between Fusimotor and Skatomotor Effects. *J. Physiol. (Lond.)* 218, 1971, 404-421.
- Integral Feedback**
- Eccles, J. C. *The Understanding of the Brain*. New York: McGraw-Hill, 1973.
- Evarts, E. V. Central Control of Movement. *Neurosci. Res. Program Bull.* 8, 1971.
- Steinbach, G. E. (Ed.), *Motor Control*. The Hague: Mouton, 1972.
- Models of Speech Production**
- Chomsky, N., and Halle, M. *The Sound Pattern of English*. New York: Harper & Row, 1968.
- Fairbanks, G. A Theory of the Speech Mechanism as a Servosystem. *J. Speech Hear. Disord.* 19, 1964, 133-139.
- Fant, G., Auditory Patterns of Speech. In: *Models for the Perception of Speech and Visual Form*. W. Wathen-Dunn (Ed.) Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1987.
- Hebb, D. O. *The Organization of Behavior*. New York: Wiley, 1949.
- Hogbe, W., Dynamic Articulatory Model of Speech Production using Computer Simulation. Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., 1966.
- Jakobson, R., Fant, G. G. M., and Halle, M. *Preliminaries to Speech Analysis*. Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1963. (Originally published in 1962 as Technical Report No. 23, Acoustics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology).
- Kozhevnikov, V. A., and Chistovich, L. A. *Rech. Artikulyatsiya, Vospriyatiye*. Moscow-Leningrad, 1965. Translated as *Speech: Articulation and Perception*. Springfield, Va.: United States Department of Commerce, Joint Publications Research Service Vol. 20, 1968.
- Ladefoged, P., De Clerk, J., Lindsay, M., and Paggan, G. An Auditory-Motor Theory of Speech Production. *UCLA Working Papers in Phonetics* Vol. 22, Los Angeles: UCLA, 1978, pp. 46-75.
- Lashley, K. S. The Problem of Serial Order in Behavior. In: *Cerebral Mechanisms in Behavior*. L. A. Jeffress (Ed.) New York: Wiley, 1951.
- Ljbozman, A. M., Cooper, F. S., Shanmugam, D. P., and Studdert-Kennedy, M. Perception of the Speech Code. *Psychol. Rev.* 74, 1967, 431-461.
- MacNollage, P. Motor Control of Serial Ordering of Speech. *Psychol. Rev.* 77, 1970, 182-196.
- Martins, J. G., Rhythmic (hierarchical) versus Serial Structure in Speech and Other Behavior. *Psychol. Rev.* 79, 1972, 467-509.
- Noolteboom, S. G. The Target Theory of Speech Production. *IPCO Annual Progress Report*, Vol. 5, Eindhoven, Netherlands: Institute for Perception Research, 1970, pp. 51-55.
- Peterson, G. E., and Shoup, J. E. A Physiological Theory of Phonetics. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966, 5-67.
- Peterson, G. E., and Shoup, J. E. The Elements of an Acoustic Phonetic Theory. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966, 68-98.
- Stevens, K. N. The Quantal Nature of Speech. Evidence from Articulatory-Acoustic Data. In: *Human Communication: A Unified View*. E. E. David and P. B. Dews (Eds.) New York: McGraw-Hill, 1972.
- Stevens, K. N., and House, A. S., Speech Perception. In: *Foundations of Modern Auditory Theory*, Vol. 2. J. V. Tobias (Ed.) New York: Academic Press, 1972.
- Wathen-Dunn, W. (Ed.), *Models for the Perception of Speech and Visual Form*. Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1987.

الفصل الخامس

إدراك الكلام Speech perception

«إن الألفي من يخترق الشكل، ويثبت على الجدار، ويكشف التشابه الجوهرى بين الأشياء البعيدة ويختصر كل الأشياء بمبادئ معدودة»

«رالف والدو إيمرسن ، الألفي» Ralph Waldo Emerson, Intellect, 1841

إن السبب الاسمي لأن يفهم بعضاً بعضاً، مع أن ثمة من يقول إننا لا نسمع في ذلك جيداً، هو أن العقل البشري قد تطور إلى ناخذ أنماط عجيب. إنه ينص المشاهد والأصوات والتراكيب المتنوعة، التي تسدو عشوائية، ويبحث عن صفت مشتركة بينها؛ ويقيم الروابط، ويوزعها على مجموعات. ووفقاً لهذا الإطار، فإننا جميعاً نفهم بالطريقة نفسها وعدمها يكلم أحداً الآخر، يبدو أننا سنحصل جوهر الصوت واللفي من الألفاظ المتنوعة في اللهجة، والمفردات وطبيعة الصوت

وهناك، على أية حال، ازدواجية في فهمنا للمتكلمين الآخرين. فعلى الرغم من أننا نفتش عن القواسم المشتركة، نركز أيضاً على ما نفهم؛ يحدث الأمر أننا كأسطورة العميان الذين يصنعون فيلاً، إذ يفهم كل أعمى العالم على نحو مختلف قليلاً عن غيره بسبب تجربته الشخصية وتوقعاته، ولأنه لمس قسماً محدداً من الفيل يختلف عن ذلك الذي لمسه غيره. أما في فهمنا اتصالات الآخرين الكلامية، فإننا نميل إلى عرض وجهة نظرنا على الوسائل. إذ عالياً ما نعتقد أننا نسمع ما نتوقع أن نسمع. فلو عاب مقطع من الكلمة، فإن عمولنا تروود به، ونمثل في ملاحظة عينه. وحتى الأصوات الكلامية تُسمع ضمن إطار لعنا المعينة أو الخاصة، ومن ثم فإننا ان سمعنا لغة أقل ألفة بالنسبة إلينا نحكى، فإننا نحاول ملائمة الأصوات التي معرفت إنها أقل

صمم أصناف الأصوات الكلامية في لغتنا الخاصة. ولهذا السبب نجد أن الكبار الذين يحاولون تقليد لغة جلييلة يتكلمون بلهجة معينة واضحة تحتفظ بأصناف لغتهم الكلامية الأم. فهي محاولة قول /tu/ في الفرنسية، يمكن المتكلم انجليزي أن يقول /tu/ بدلاً من /ty/ غير مدرك حق الاختلاف في صوائت الإنسان الفرنسي الذي يقول «tu» /ty/ و /vɔll/ /vɔll/.

ومع ذلك ندرك، عادة، ما الميل بمعلومات قليلة من الأرضية المشتركة لتجارنا التي نتفق أنها تمثل الميل وفي الاتصالات الكلامية، رغم أننا نحفظ بمنظورنا المعتمد على لغتنا الخاصة أو الفردية، نستقبل الإشارة السمعية نفسها التي تناظر الأصوات الكلامية المميزة في لغتنا. ويبدو أننا نتعلم هذه على الرغم من أن دلائل الأصوات الكلامية المنفردة السمعية تختلف وتشترك على محور الزمن. وسقوم، في هذا الفصل بمناقشة إدراك الكلام ضمن شروط كيفية تصرفها من حيث نحن مستمعون للغة الإنجليزية على نحو مشترك في أصوات اللغة الإنجليزية غير ناسين أننا نحترف عن متكلمي اللغات الأخرى، وأما نحترف إلى حد ما، فيما بينا.

The listener

المستمع

الاتصال عن طريق الكلام هو بث الأفكار والأحاسيس من عقل المتكلم إلى عقل المستمع. تُجسد الآراء والمفاهيم التي يود المتكلم التعبير عنها في إطار لعوي وتتحد شكلاً سماعياً وفق العمليات «الفيريولوجية» التي ناقشناها في الفصل السابق. نتابع هذا الفصل مناقشة ما أسماه دينيس (Denis) وشون (Pinson) «المنظومة الكلامية»^(١) وهي منظومة الحوادث من المتكلم إلى المستمع. وسمع المستمع الإشارة الكلامية ويصير معناها ومن الواضح جداً أن هذه الحوادث مترابطة، لكن سناقشها منفصلة. سناقش السمع أولاً وهو عملية تسجل الأصوات في دماغ المستمع، أما إدراك الكلام، وهو عملية تحليل (فك رموز) الرسالة من التيار الصوتي القادم من المتكلم، فيشكل الموضوع الرئيس لهذا الفصل.

يمكننا أن نفهم الفرق بين سماع الكلام وإدراكه عندما نقارن تأثيرات الضجيج وتأثيرات الخسة المسامية. فعندما يولد طفل أصم، أو عصي، نسمع فإن صعوبة تعلم

(١) المنظومة الكلامية، ترجمه د. محيي الدين حمدي، منشورات معهد اللغويات، ١٩٩٠.

اللغة هنا تعتمد على عدم قيام الآلية السمعية الثابتة بوظيفتها على النحو المطلوب
أما إن استطاع الطفل سماع الكلام، فيمكنه تعلم تمسيه. وإما إن ولد الطفل مصاباً
بحلل دماغي يتدخل مباشرة بإدراك الكلام، فإن الطفل يسمع على نحو عادي لكنه
يكون عاجزاً عن تفسير الأصوات في أية طريقة معينة لغوياً وعلى الرغم من وجود
عدة أعراض مختلفة يطلق عليها مصطلح مثل . والحسة المتنامية فإنه توجد صعوبة
مشتركة يبدو أنها لا تكمن في العمليات السمعية نفسها، بل في العمليات التي تعطي
إلى التحديد والتمييز بين الأصوات الكلامية.

يستخدم المستمعون أشياء أخرى غير المعلومات السمعية عندما يستقبلون رسالة
عكسية. إذ يستخدمون معرفتهم بالكلام وحاله بالإضافة إلى دلالات بصرية يحصلون
عليها من مراقبة وجهه وسماته وهذه الدلالات غير السمعية المستخلصة في إدراك
الكلام مهمة لكنها تقع خارج نطاق الدراسة التي تتصل، عادة، بعلم الكلام كما
عرفناه. أما في هذا الفصل فسنتصر على مناقشة ما هو معروف، وما يدور في فلك
إدراك الكلام بوصفه مسألة تتضمن استخلاص الأصوات الكلامية من المعلومات
السمعية. ويعني هذا الاختصار أننا مستجاهل، على نطاق واسع، مجالات أخرى هامة
من البحث والاستقصاء، منها. العمليات التي يصل من خلالها المسمعون إلى المعنى
من خلال التحليلات الدلالية (المعنى) والحرية (التركيب) التي يجرونها على الرسالة
(الكلام).

يشته المستمعون، عادة، إلى معنى الكلام فحسب، ولا يكثرثون بمكونات الرسالة الأخرى. ومثلها أن الإنسان الذي يرى كلباً يمر بجانبه يدرك كلباً، لا تياراً متعبراً من الضوء، يكون الإنسان الذي يدرك الكلام واعياً لمعنى الرسالة لا للأصوات المهردة أو الأغماط الصوتية التي تؤلفها. ويدلو أن المعلومات اللغوية تخزن من خلال المعنى أو الصور. فعلى سبيل المثال، وحيد بارتلليت (Bartlett) أن الناس الذين احتسروا، مراراً وتكراراً، شأن القصص الخرافية التي قرؤوها، غالباً ما استخدموا كلمات مختلفة عن تلك الموجودة في الأصل، إلا أنهم تذكروا الفكرة الرئيسة للقصص وصورها الأساسية.

ومهما بذل المستمعون من جهد في التفتيش على المعاني، فإن حصولهم عليها يسعى أن يتم من خلال أغماط الكلام الصوتية. سر كز على التحليلات السمعية والصوتية والفونيمية التي يعتقد أنها تشكل أساس قرارات لغوية أعمدة. ولا يبدو ممكناً، على أية حال، أن المستمع سيأخذ المعلومات السمعية ويصعد السلم ليتحد قرارات صوته، ثم فونيمية ثم مورفولوجية وأخيراً نحوية كي يصل إلى معنى الرسالة. والأكثر احتمالاً أن المستمع يعمل معتمداً على توقعات معينة حول ما يمكن أن يقول المتكلم - يسمع أجراء من الرسالة، ويجري تحليلاً عاماً ويفهر ليركب الرسالة على هيئة شيء ذي معنى، ويتأكد من صحته، في الوقت نفسه، وهو كافة المستويات التي ذكرت أنها

ومهما تكن الطريقة التي يحلل المستمعون بها الرسالة، فإن المادة الحثية التي يعتمدون عليها هي أغماط الكلام السمعية. وهكذا فإن أول شيء يفعله المستمعون هو سماع الكلام. وقد تقع طبيعة آلية السمع نفسها خارج الميدان الأساسي لهذا الكتاب. ولذلك فإننا سقول بصع كلمات فحسب حول الاستقبال الثانوي للكلام، لأن النظام السمعي نفسه يحرص بعض التعبيرات المحددة على الأصوات الكلامية

Heaving

السمع

تحلل آلية السمع الإنساني الصوت وفق تغيرات التردد والشدة على محور الزمن. ومن حيث أن الأذن جهاز استقبال فإنها لا تحاري العين في درجة حساسيتها، لكنها تبدو مستجيبة، على نحو ملحوظ للأصوات التي يصدرها الإنسان أي الأصوات الكلامية. ولا تعتبر سمعة هذه الأصوات فحسب، بل تتغير طريقة شها عندما تنطلق من الأذن الخارجية، فالوسطى، فالقوقعة الأذنية فالعصب السمعي نحو الدماغ بوصح الشكل (51) هذه الأجراء من الميكانيكية

الطفل وتوصف قناة الأذن الخارجية بـ «الخارجية» كي تميز عن القناة السمعية الداخلية التي تخرج من الأذن الداخلية في العظم الصدغي إلى الدماغ. ويحور الصوت الأصوات مسياً لكونه يستقبل الأصوات القادمة من أمام الرأس أكثر من تلك القادمة من الخلف، وهناك وظيفة أخرى للصّوان، وهي حماية مدخل القناة وخاصة تنوء الصّوان الصغير الذي يقع فوق مدخل القناة ويسمى الوتلة وإحدى وسائل تقليل لشدة في صوت صاحب هي ضغط الوتلة نحو مدخل القناة السمعية بإصبعك

تحمي القناة السمعية الخارجية أجزاء الأذن الأكثر حساسية من الصدمات أو الأذى ومن تطفل الأشياء الغريبة؛ وتفرز مادة شمعية داخل القناة تسمى الصملاخ، ويساعدها الشعيرات المصطفة في القناة في تصفية الغبار والحشرات الطائرة التي ربما دحنت القناة ويقوم بعض الناس بتطهير الصملاخ باستمرار، لكنهم يحرمون أنفسهم من حمايتهم الطبيعية، فلو علق شيء ما في القناة، أو تصلّد الصملاخ، فإنه يجب عندئذ إزالته عند أخصائي في طب الأذن والأنف والحنجرة

وبالإضافة إلى أنها تعرض حماية لأجزاء الأذن الأكثر أهمية وحساسية، فإن القناة الأذنية الخارجية تقوم بدعم الترددات العالية في الأصوات التي تستقبلها والقناة تجويف مليء بالهواء مفتوح من أحد طرفيه، ولذلك فإنها تعمل بوصفها مرآة رباعية الدرجة. وسيكون لأدى رين موجة مقدار طولها أربعة أمثال طول الأنبوب، وستكون الترددات الأعلى هي المصاعقات الفردية للمعزود الأدنى. وهكذا نجد أن الرنين الأول لصاة طولها 2,5 سم هو حوالي 3440 هرتز

$$\text{التردد} = \frac{\text{سرعة الصوت}}{4 \times (\text{الطول})} = \frac{34,400}{10} = 3,440 \text{ هرتز}$$

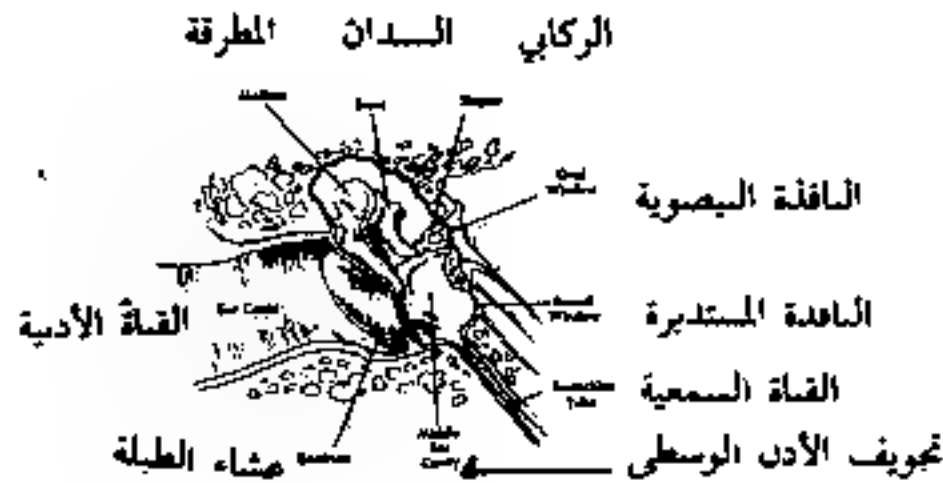
ربما كانت القناة الأذنية عند الطفل والمرأة أقصر من 2,5 سم، ومن ثم فإنها ستترن ترددات أعلى إن تأكيد الترددات العليا التي تروودها به الأذن الخارجية هام في إدراك الكلام لأن القسم الأكبر من القدرة الصوتية التي تساعد في تمييز الاحتكاكيات إنما يقع في الطبقات الترددية فوق 2000 هرتز

قل أن تدع الأذن الخارجية، هل يمكنك لماذا أدين على حاسبي رؤوسا ولنعكس السؤال: ماذا يحدث عندما يكون هناك فقدان للسمع في إحدى الأدين مثل حالة التهاب الغدة النكفية في سن المراهقة؟ إن الأذن الحيدة سمع على نحو جيد تماماً، ولذلك لن يكون هناك سوى فقدان بسيط للعين في درجه حدة السمع في الوسط الهادي، أما أحاديث المحافل الكبيرة فتعدو صعبة المناعة، حيث يعاق تحديد موقع الصوت. على نحو عادي، يساعدنا وجود أذن في كل جانب من الرأس في تحديد مصدر الصوت وفي عرفة اجتماعات تصدر فيها الأصوات من كل صوب، يمكن للإنسان الذي يسمع بأذن واحدة فحسب أن ينظر إلى الاتجاه الخاطيء وهو يبحث عن موقع المتكلم.

The Middle Ear

الأذن الوسطى

يفصل غشاء الطيلة الأذن الخارجية عن تجويف الأذن الوسطى المليء بالهواء ويسمى في علم التشريح بالعشاء الطيلي. انظر الشكل (5.2)



الشكل 5.2: مخطط لمقطع عرضي للأذن الوسطى والعظيمات الأذنية.

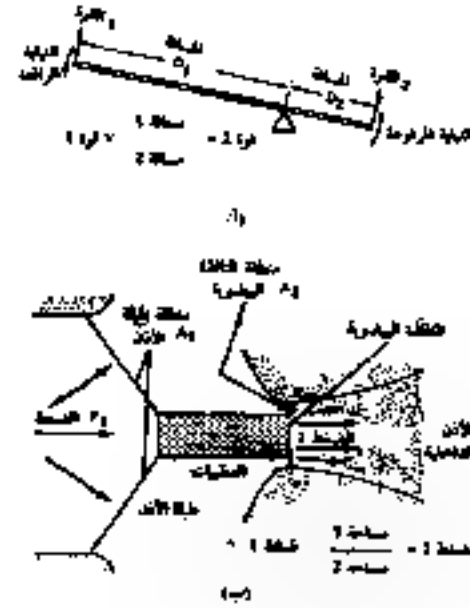
والعشاء الطيلي مقعر قليلاً كما يرى من الأذن الخارجية ويستجيب لتغيرات الضغط الصئيلة عبر نطاق واسع من الترددات ويمكن تغير درجة شدة غشاء الطيلة بواسطة عضلة تسمى «العصلة الطيلية الشادة» التي تسحب نصاب أو قصة.

عظم صغير تتصل بداخل العشاء يسمى هذا العظم بـ «عظم المطرقة»، ويهتز العشاء الطلي بكامله أثناء الترددات المحددة، أما في الترددات المرتفعة، فإن مناطق مختلفة منه تستجيب لنطاقات ترددية مختلفة. وتقع سلسلة العظيقات الصغيرة على وجه العشاء الطلي الداخلي، وهي ثلاثة عظيقات صغيرة مترابطة وتسمى «العظيقات الأذنية». ويتصل عظم المطرقة بالآف الدكر بالعشاء الطلي، ويعمل عظم السندان كعظمة ارتكاز بين العظمين الآخرين، ويتصل العظم الركابي بالهامة اليسوية العشائية التي تقود إلى الأذن الداخلية. وهكذا، فإننا نرى أن سلسلة العظيقات الأذنية تملأ الفراغ بين العشاء الطلي وقوقعة الأذن الداخلية. وسلسلة العظيقات الأذنية معلقة في تجويف الأذن الوسطى المليء بالهواء بواسطة روابط، وتحفظ بتلك الوصعية الحساسة بحس الطر عن الوصعية التي يتحركها الجسم، وتبقى حرة في التدبب استجابة للصوت. تأخذ الاهتزازات في الأذن الخارجية شكل اضطرابات في جسيمات الهواء، لكنها تأخذ شكل اهتزازات آلية للعظيقات الأذنية في الأذن الوسطى ويستجيب العشاء الطلي مع العظيقات الأذنية، خاصة للترددات الموجودة في الإشارة السمعية الهامة في الكلام.

ولماذا الأذن الوسطى؟ لماذا لا تكون قوقعة الأذن الداخلية المليئة بالسائل على طرف العشاء الطلي الكافي؟ المشكلة هي تزاوج غير مناسب في درجة المعاوقة أو المقاومة والمعاقبة هي قوة تقررهما سمات الوسط الناقل نفسه (الغاز، السائل أو الصلب) وهي مقياس مقاومة الوسط لنقل الإشارات. فالسوائل تعرض درجة إعاقبة أو مقاومة أكبر للضغط الصوتي من تلك التي تعرضها الغازات. وعندما تصطدم موجات ضغطية هوائية مطلقة في الهواء بسائل على نحو مفاجيء، يرتد معظم القدرة الصوتية إلى الخلف، ولا يسمح إلا لقدرة بسيطة بالدخول إلى السائل. والقوقعة الأذنية مليئة بالسائل، ومن أجل التغلب على الاختلاف في درجة المعاوقة بين الهواء والسائل، يحتاج إلى محوّل يريد الضغط الصوتي، ومن ثم يُسمح لقسم أكبر منه بالدخول إلى السائل. وتعد الأذن الوسطى وطبيعة هذا المحوّل

تصاعف الأذن الوسطى الضغط الصوتي حوالي ثلاثين ديسلاً. ولا تستطيع العظيقات الأذنية وحدها أن تحدث مثل ذلك التضخيم الكبير في الإشارة على الرعم

من أنها تقوم بعمل رافعة تزيد ضغط لصوت القادم حوالي خمسة ديسيلات انظر الشكل (503) .



الشكل 5.3 . يظهر القسم (a) من الشكل مبدأ الرافعة في العظيومات الأديية بينما يظهر القسم (b) تأثير الاختلاف في المساحة بين العشاء العظلي والنافذة اليضوية

والرافعة هي القوة التي يستخدمها المزارعون مد الأزل لزراع صحرة ثقيلة من الحقل يوضع عمود فوق نقطة الارتكاز بحيث يصبح قسمه الأقصر تحت الشيء الثقيل، وقسمه الأطول على طرف نقطة الارتكاز الثاني؛ ويحدث المزارع ضغطاً على النهاية الطويلة من العمود. وينتج عن تعامل نقطة الارتكاز مع المزارع ضغط متزايد تحت الصحرة المراد برعها وبالطريقة نفسها تقريباً ينقل الضغط المطبق على عظيم المطرقة الطويل نسبياً إلى العظم الركابي الأصغر كثيراً بواسطة عظم السدان

تصيف عملية الرافعة المطبقة على طول العظيومات الأديية بعض الضغط للتغلب على عدم التوافق في درجة المعاوقة، لكن القسم الأكبر من زيادة الضغط يأتي من تصميم الغشاء العظلي المتصل بالنافذة اليضوية. إن مساحة الغشاء العظلي تساوي 0/85 سم²، ومعلوم أن 0/55 سم² من تلك المساحة بحسب نشيط أو فعال أثناء الدبذبة وعندما تركز قوة مطبقة على مساحة كبيرة على مساحة أصغر تحدث زيادة في الضغط. والضغط

هو القوة مقسمة على المساحة، ولو كان لزماً شر قوة على مساحة كبيرة، لكان الضغط في أية نقطة أقل منه مما لو وزعت القوة نفسها على مساحة أصغر. وقياساً على ذلك لو سقط رميلك على جليد متجمد، فالصيحة الصحيحة هي أن تبسط وزنك فوق مساحة واسعة في محاولة الوصول إليه؛ رماً من خلال الاستلقاء منسطاً، أو بشكل أفصل من خلال توزيع جسمك فوق مساحة أكبر، أو من خلال الزحف على طول سلم وهكذا تكون أنت نفسك أقل تعرضاً للخطر من التسقوط في الخليد. وسيكون الضغط، في أية نقطة، أقل بكثير مما لو حاولت السير على قدميك باتجاه صديقك وهكذا عندما تطبق الاهتزازات الصوتية الحاصلة فوق المنطقة الاهتزازية الحساسة من الغشاء الطلي التي تقدر بحوالي 0/5 سم² من العظم الركابي باتجاه المنطقة المقنطرة بحوالي 0/13 سم² من النافذة البيضوية، فإن ذلك يحدث زيادة في الضغط تقدر بحوالي خمسة وعشرين ديسبلاً تقريباً وهكذا نجد أن التوافق في درجة المعاوقة في الأذن الوسطى قد أحدث من خلال الفرق في المساحة بين الغشاء الطلي والنافذة البيضوية، الذي يقوي الإشارة بحوالي خمسة وعشرين ديسبلاً، ومن خلال الراحة التي يرونها بها تصميم العظيقات الأذنية الذي يصيف عدة ديسلات أخرى تتقلب هاتان العمليتان على الصياح الذي تسببه اختلافات درجة المعاوقة

وبالإضافة إلى الوظيفة الهامة في التوافق في درجة الإعاقه بين الهواء وسائل الفوقعة الأذنية، فإن آلية الأذن الوسطى تقوم بوظيفتين هامتين أخريين الأولى: إنها تضعف الأصوات الصاخبة من خلال فعل المتعكس الصوتي والثانية: إنها تعمل، من خلال القناة السمعية، على الحفاظ على ضغط هوائي متساوٍ على جانبي طلة الأذن على الرغم من أية تغيرات في الضغط الجوي

ويظهر المتعكس الصوتي لبعين عندما يصل صوت يبلغ مستواه الصعطي 85 أو 90 ديسبلاً إلى الأذن الوسطى، ينتج عن ذلك انقباض أصغر عصلة في الجسم الشري وهي «العصلة الركابية» في عتق أصغر عظم في الجسم الشري وهو «العظم الركابي» هناك نظريتان لتفسير هذا المتعكس الصوتي تقول الأولى: إنه اسعاء حماية الأذن الداخلية من الأصوات العالية مفترض أن نقاظر العصلة الركابية يعبر العظم الركابي إلى طرف واحد مما يؤدي إلى تعبير راوية الاهتزاز في النافذة البيضوية، من ثم يحرف قسم من الضغط أما النظرية الثانية فتقول إن العصلة

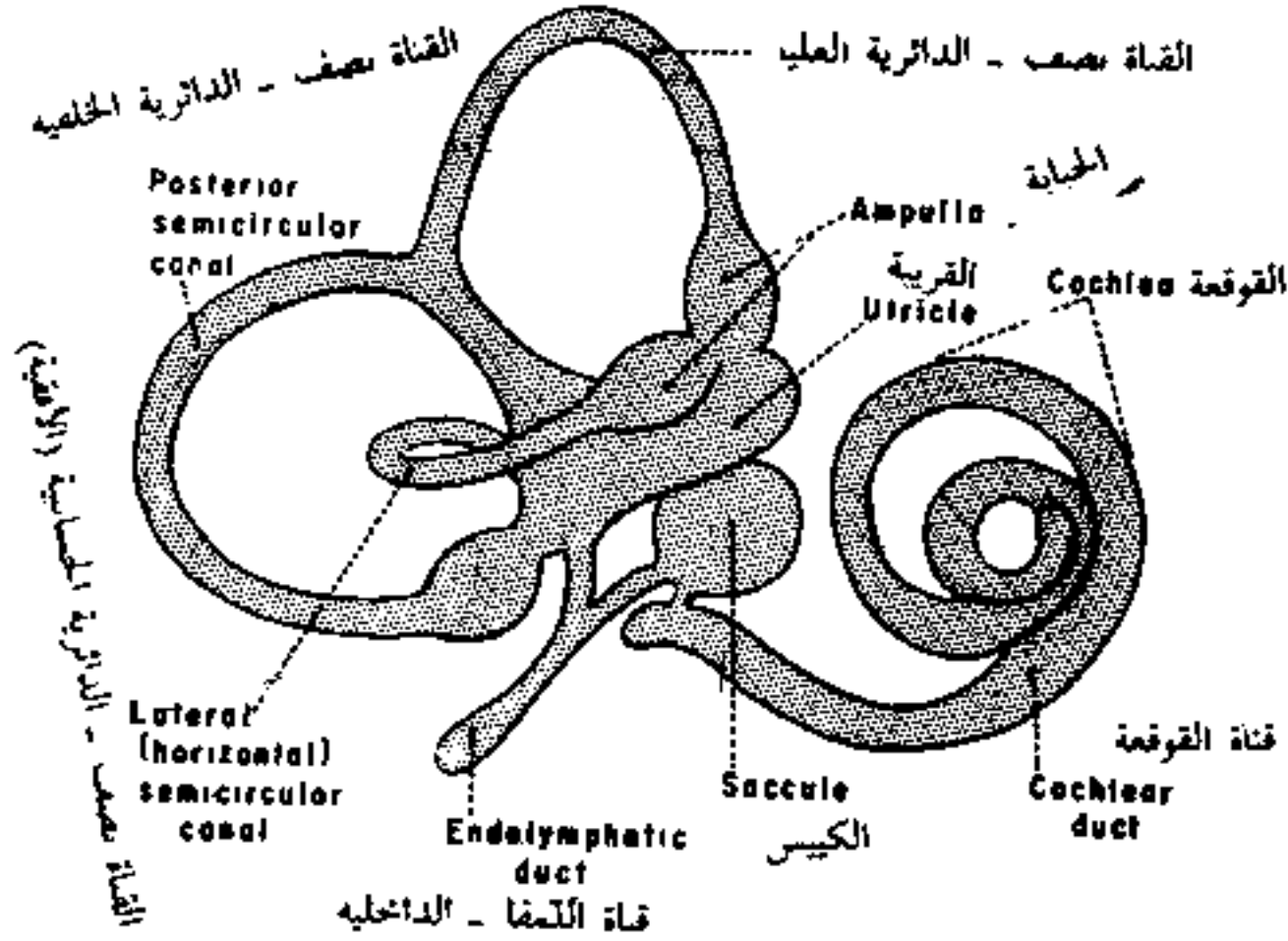
الركابية مع عضلة المحس العظمية تنصرفان كي تشدا سلسلة العظيقات الأديية بقوة، ومن ثم تتنظم تعيرات الشدة تماماً مثلما تتكيف العين مع تغيرات الضوء وفي أي من الحالين تحتاج العضلة الركابية إلى ميلي-ثانية كي تتحرك مما يسمح للأصوات ذات البداية المفاجئة بالنفاذ إلى الأذن الداخلية قبل أن يحدث المنعكس الصوتي. وعلى غرار بقية عضلات الجسم أيضاً تنقب العضلة الركابية في نهاية المطاف. ولذلك نجد أن تضعيف (تخصيت) المنعكس الصوتي للصوت في المحيط الصاحب يقل تدريجياً، مما يسمح لتأثير الضغط الصوتي الكامل بالارتظام بالأذن الداخلية. يعصب العصب الوجهي (القحفي التاسع) العضلة الركابية، لكنها متصلة على نحو ما بتعصيب الحنجرة (القحفي التاسع) لأن الجهر يشط المنعكس الصوتي ومن المثير أيضاً أن المنعكس الصوتي يضعف الترددات التي هي دون كيلو هرتز واحد بحوالي عشرة ديسبلات، وكذلك فإن طاقة الصوت الشري الطبيعية هي دون كيلو هرتز واحد بكثير. ويمكن للمنعكس الصوتي أن يسمع من سمع أنفساً على نحو صاخب جداً لأنه لا يمكننا سماع أصواتنا من خلال الصوت الواصل عن طريق الهواء من خلال أذنتنا فحسب، بل من خلال الصوت الواصل عن طريق العظم أيضاً عندما تهتز عظام جماجمنا ووجوهنا استجابة لأصواتنا نفسها.

ووظيفة أخرى للأذن الوسطى هي معادلة الضغط داخل الأذن الوسطى وخارجها ويحقق ذلك من خلال القناة السمعية التي تصل بين الأذن الوسطى والمطقة الأنفية البلعومية (البلعوم الأنفي). إن طلة الأذن لا تهتز جيداً إذا كان ضغط الأذن الوسطى يختلف عن ذاك الذي في قناة الأذن الخارجية. ويندفع الضغط المرتفع نسبياً في الأذن الوسطى نحو العشاء الطلي مما يسبب في عدم الراحة ويضعف الأصوات الخارجية ويمكن لقيادتنا السيارة في جبال مرتفعة، أو أن تنخفض بنا طائرة، أن يسبب هذا الاختلاف في الضغط إن عجزت القناة السمعية، التي تكون معلقة عادة، عن الانفتاح حيث ينخفض ضغط الهواء الخارجي على نحو مفاجئ، بينما يبقى الضغط الموجود في تجويف الأذن الوسطى (وهو مساو لما عليه الضغط حين يكون المرء عند مستوى سطح البحر) عالياً نسبياً. يسهل البلع والتثاؤب والعلك فتح القناة السمعية، وهذا مبعث قيم مصيحي خطوط الطيران سوريع علىكات للمسافرين في لحظة الإقلاع

The Inner Ear

الأذن الداخلية

يوجد في عظم الجمجمة الصدغي عدة أنفاق ملهوفة الشكل مليئة بسائل يدعى لىف الأذن ويشبه هذا السائل ماء البحر في العديد من صفاته وتظهر في هذا السائل أنابيب ملهوفة مصنوعة من غشاء ومليئة بسائل أكثر لزوجة يسمى باللمفا الداخلية يصور الشكل (504) تيه الأذن الداخلية الغشائي

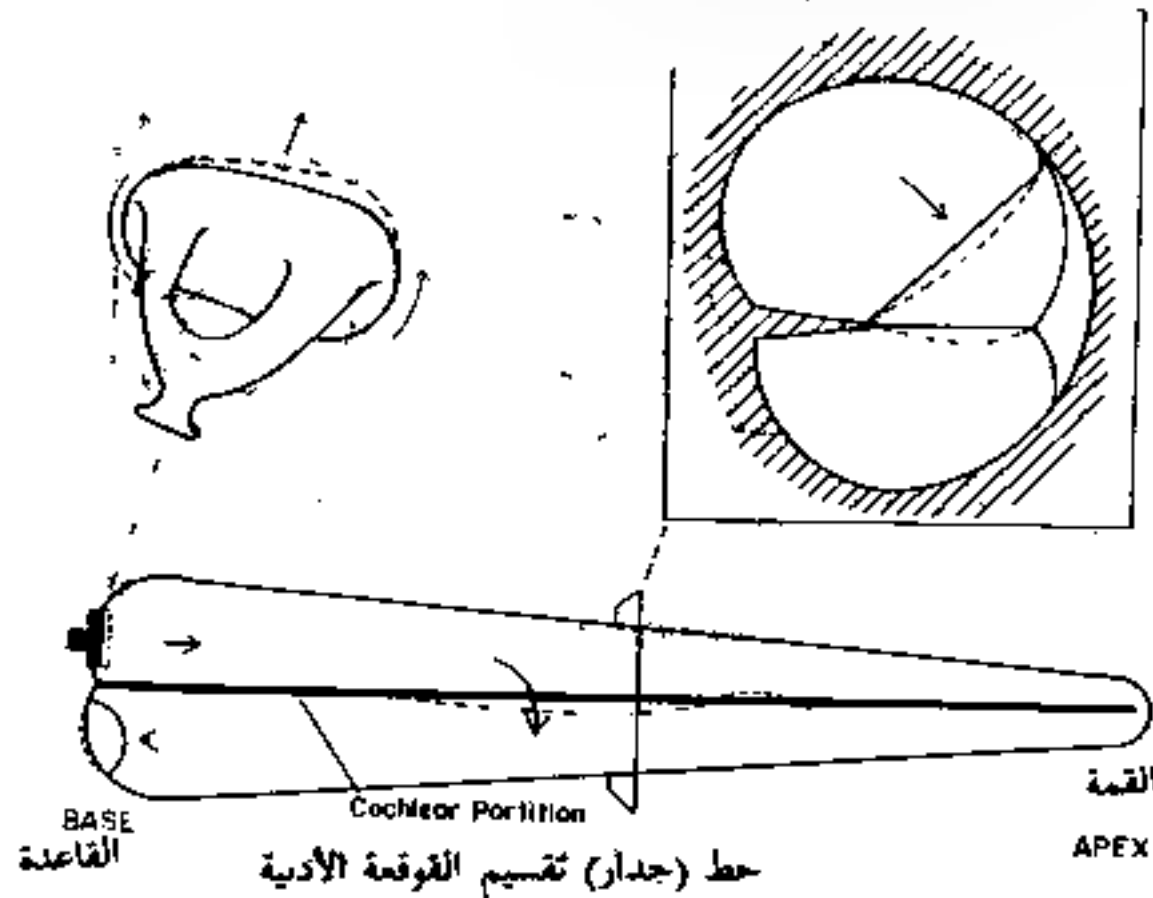


الشكل 5.4 مخطط بياني يمش أقسام تيه الأذن الداخلية لغشائية

إن اللفافية الخلزوية الشكل هي السلم المتوسط، وتحتوي على مستقبلات حس السمع، والنظام الثلاثي اللغات. وهو النظام الدهليزي، المؤلف من قنوات نصف دائرية حيث يحتوي بالإضافة إلى الدهليز (القريبة والكيس) الذي يصل بينهما، على أعضاء تحسس تغيرات موقع الجسم وحركته.

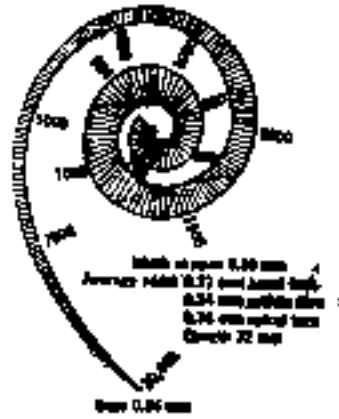
سيقتصر وصفا على قوقعة الأذن الداخلية لأن السمع هو الخطوة الأولى في إدراك الكلام وعندما يهتز صحن العظم الركابي في الباعثة البصرية تحدث اهتزازاته اضطرابات في ملف الأذن الداخلية تحدث هذه الموجات الصعطية في ملف الأذن المحيط بالسلم المتوسط الحلزوني الشكل اهتزازات في القناة نفسها وتلك الاهتزازات الخاصة في قاعدة القناة التي تسمى بـ «التيه العشائي» ذات أهمية خاصة

وقوقعة الأذن عند الإنسان محيطة داخل عظم يلف حول لب عظمي ثلاث مرات تقريباً، ويتصل المحرى العشائي أو السلم المتوسط من الداخل بداخل اللب العظمي ويربطه رباط أو وشاح بالخدار العظمي من الخارج وربما كان من الأسهل تحيلها لو تصورنا فجوات القوقعة الأذنية مسطحة (غير ملتعة) كما في الشكل (5.5)



الشكل 5.5: يظهر القسم السفلي من الشكل القوقعة الأذنية مسطحة، بينما يظهر القسم العلوي لليمني مقطوعاً عرضياً يقوم العظم الركابي، في الراوية العليا اليسرى، بصرب الباعثة البصرية مما يؤدي إلى إراحة خط تقسيم القوقعة والعشاء القاعدي خاصة

تحول الاختلافات الصعطية المطلقة عند العظم الركابي الذي يهتز في السادة
 البصوية إلى اختلافات صعطية ضمن سواثل القوقعة الأذنية التي نفوذ هي نفسها إلى
 إراحات مختلفة في الغشاء القاعدي ويتمثل جمال الاتساق في أن أقساماً مختلفة من
 الغشاء القاعدي تستجيب لترددات مختلفة والغشاء ضيق وقاس في قاعدته، ويصح
 أكثر عرضاً ومروية عند قمته (عكس ما يمكن أن يتوقعه المرء) ونتيجة لذلك، تصدر
 الأصوات ذات الترددات المنخفضة موجات تنطلق في السائل الذي يدفع الغشاء
 القاعدي لأن يهتز بأعلى سمات الإزاحة في القسم الأوسع والأكثر رخاوة ومن الناحية
 الأخرى، تسبب الأصوات ذات الترددات العالية موجات صعطية تكون أعلى سمات
 لإزاحة فيها في القسم الأنحف والأقصى من قاعدة الغشاء القاعدي، الشكل (٩٦)



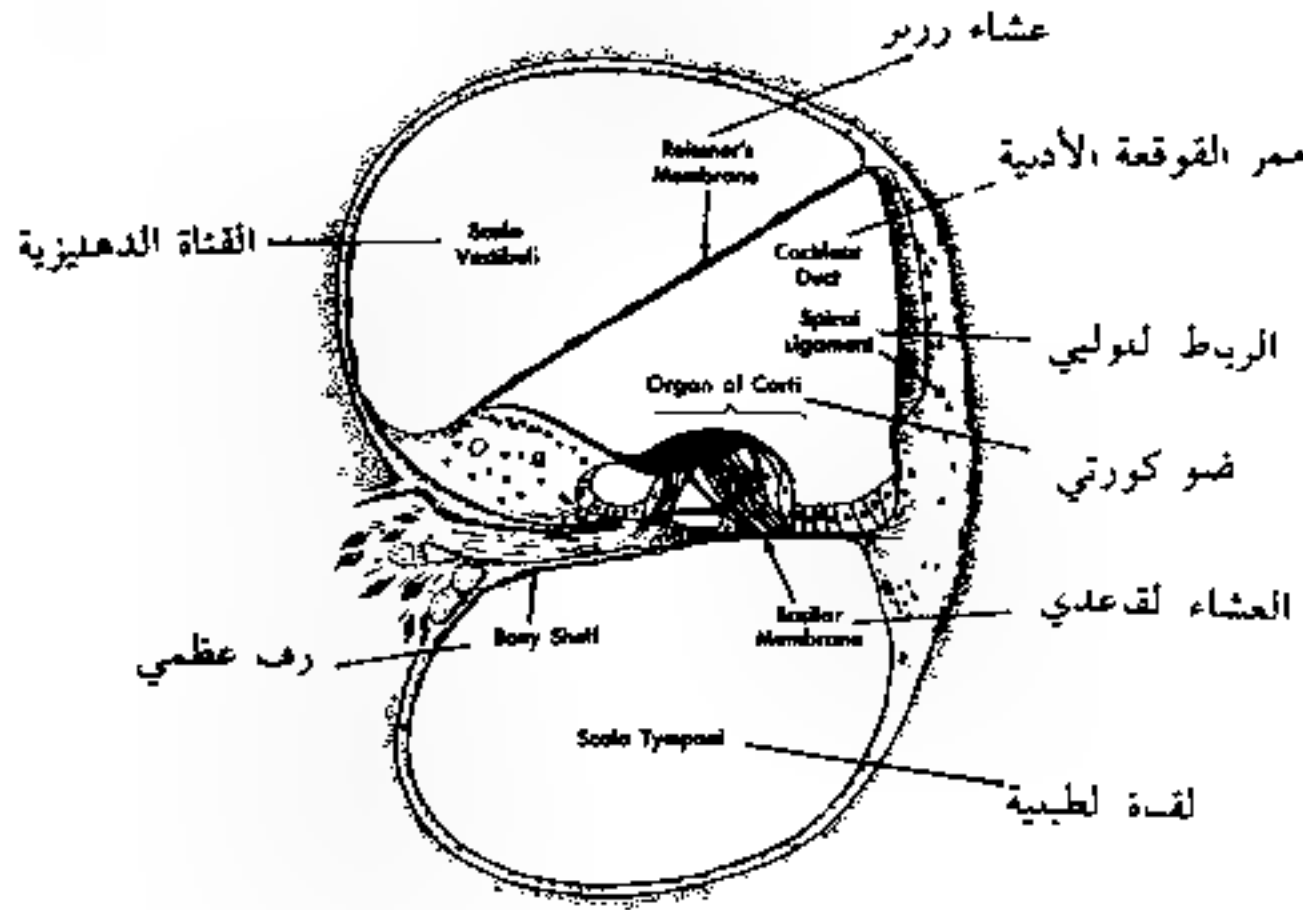
القاعدة = 0.04 ملم

يبلغ العرض عند القمة 0.50 ملم
 بينما يبلغ متوسط العرض عند القمة
 القاعدية 0.21 ملم، ويبلغ 0.34 ملم
 عند القمة الوسطى، و 0.36 ملم
 القمة في القمة ويبلغ الطول 32 ملم

الشكل 5.6 مخطط بياني يظهر عرض الغشاء القاعدي (صحيح نوعاً ما) وهو يقترب من
 قمته كما أشير إلى مواقع السعة القصوى التفرعية التذبذبية استجابة لسمات
 ذات ترددات مختلفة

لكن الغشاء القاعدي ليس عضو السمع، على أية حال إن عضو السمع هو عضو
 كورثي الذي يستلقي على الغشاء القاعدي على طول السلم المتوسط إنه هو المجس
 السمعي. وهو يتألف من صفوف من الخلايا الشعرية مع خلايا أخرى تقوم بتقديم
 الدعم. وتقع فوق آلاف الخلايا الشعرية كتلة هلامية تسمى الغشاء السقي يتصل
 الغشاء القاعدي والغشاء السقي بمواقع مختلفة من السلم المتوسط، ولذلك فإنها

يتحركان منفصلين نسبياً. يظهر الشكل (5.7) مقطعاً عرضياً في الموقعة الأذنية. يقسم السلم الطبلي والسلم الدهليزي اللذان يحتويان على ملف الأذن طرف السلم المتوسط وتنشأ الموحات الصعطية في ملف الأذن موجات تطبق ضمن السلم المتوسط، وفي صورة لما تدرك بعد نسب حركات الغشاء القاعدي المتموجة إثارة الخلايا الشعرية، يقص الغشاء السقي فوق الخلايا بهايات الحلاي الشعرية، والنتيجة هي إثارة كهربائية - كيميائية للألياف العصبية التي تخدم الشعرية الحساسة.

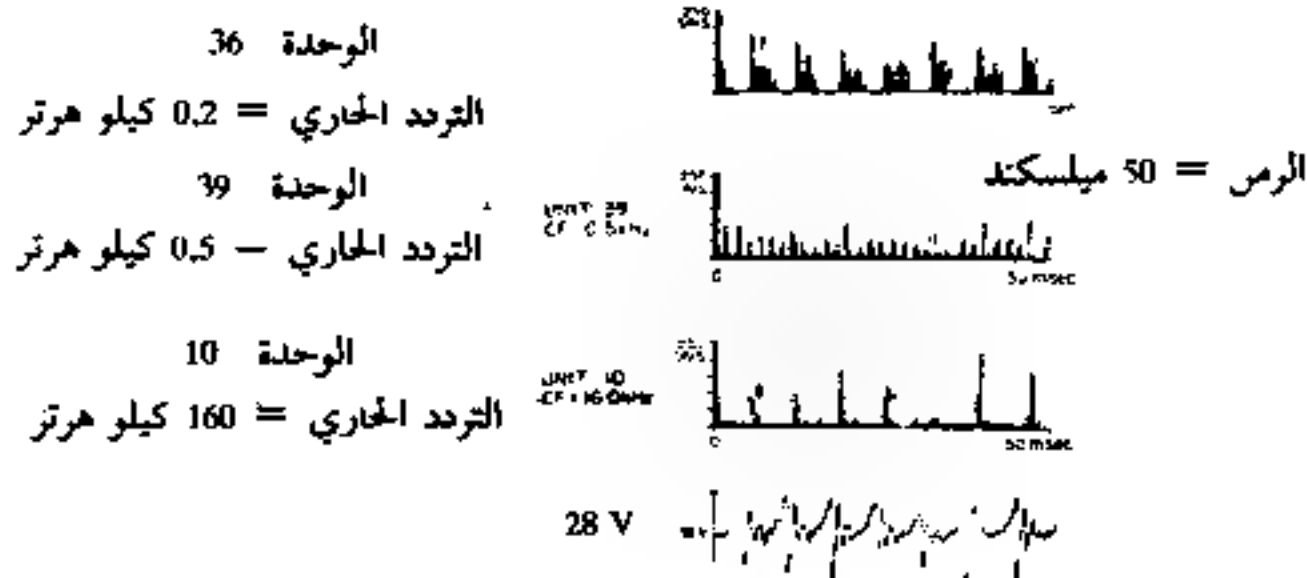


الشكل

الشكل (5.7) مقطع عرضي عبر الموقعة الأذنية يظهر القناة الدهليزية والقناة الطبليّة ومجرى القوقعة، يقع عضو كورتي ضمن مجرى القوقعة.

تقوم قوقعة الأذن بتحليل للترددات تماماً مثل تحليل فوريير الذي يحلل الأصوات المركبة إلى تردداتها المكونة بسبب الصوت [1] كما في «see» عدة موجات تنطلق على طول لغشاء القاعدي منقطتين من نقاط الإراحة القصوى على الأقل. الأولى قرب القمة من أجل الرنين المنخفض والأخرى قرب قاعدة القوقعة من أجل الرنين الأعلى. ولو قال المتكلم «see» ستكون الإزاحة القصوى الأولى في الغشاء القاعدي في البداية قريبة من قاعدة القوقعة الأذنية بسبب الترددات العالية للصوت [s]، وكذلك ستكون الموجة لا دورية أثناء [s]؛ وتصبح دورية خلال قسم الكلمة المجهور. إن كلاً من نظرية «الموجة المسافرة» ووصف تلرج قساوة الغشاء القاعدي حصيلة عمل جورج فون بيكسي المتأخر.

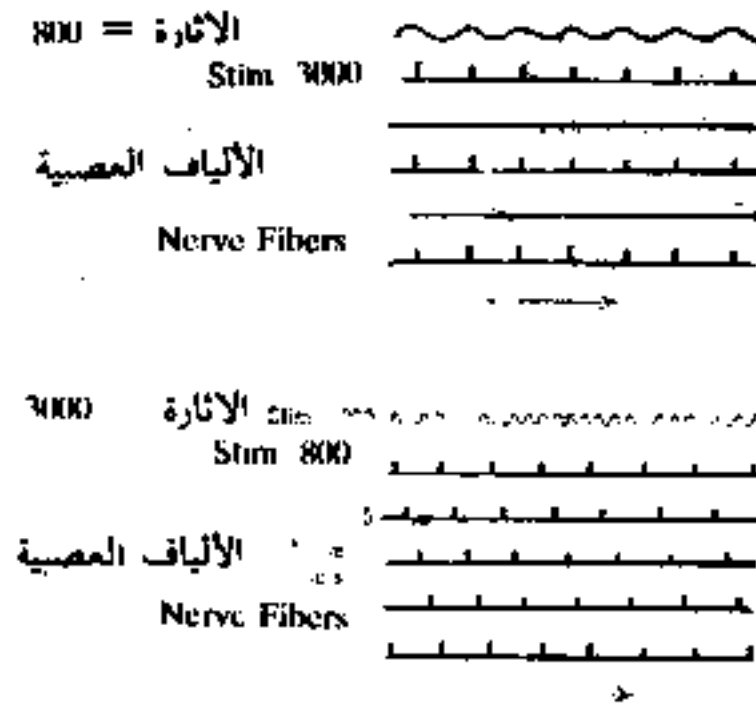
تستخلص المعلومات الترددية من الإشارة بواسطة العوامل المتحدة لمكان الإثارة الذي شيرأو ينشط الألياف العصبية الحسية في ذلك المكان على طول الغشاء القاعدي. وتلك وجهة نظر «نظرية المكان» التي وصفاها توباً، وكذا بواسطة توقيت التفضات على طول الألياف العصبية. وقد ذهب أرنست جلن ويفر (Ernest Glen Wever) إلى أنه في الترددات المنخفضة لن تكون الإراحة حادة على نحو كاف لتمييز الترددات عن طريق المكان، بل يمكن بدلاً من ذلك الإشارة إليها من خلال عد الدورات في الثانية الذي يحول إلى عدد ماضر من تجمعات النبض العصبي في الثانية انظر (الشكل 5.8) عند الدورات في الثانية



الشكل 5.8: استجابات عصبية منفردة في العصب السمعي التغطت لقسم من الصائت [3e] يمثل الرسم السفلي الإشارة السمعية الفيرائية. بينما تمثل الرسوم الثلاث

العليا استجابات ثلاث وحدات عصبية مختلفة لاحظ أنه على الرغم من امتلاك الوحدات المختلفة ترددات إطلاق مختلفة لكنها تحتفظ بعلاقة ثابتة بالإشارة الفيريائية

أما في الترددات العالية، فربما كان المكان مهماً للإشارة للتردد، لأنه لا يمكن للعصبونات أن تطلق في الترددات العالية جداً وإمكانية أخرى هي نظرية «ويغر الرشقية» حيث تتعاون عدة عصبونات في الشب العصبي في الترددات العالية (الشكل 5.9). إن ترميز الشدة على درجة من التعقيد لا تقل عن ترميز التردد لكنه يعتقد، على أية حالة، أن الشدة تنقل أساساً من خلال درجة النشاط العصبية السية كما هي الحال في كامل الجسم.



الشكل 5.9 مخطط بياني يوضح مبدأ الرشق عد ويغر يمكن للعصبونات أن تطلق معمره في كل دورة من المؤثر أثناء الترددات المنخفضة، أما في الترددات العالية، فيشار إلى التردد من خلال الإطلاق المعظم لمجموعات العصبونات

The Auditory Nerve

العصب السمعي

يتألف العصب السمعي أو (التحيزي الثامن) من عصبة ألياف يبلغ ثلاثين ألف ليف عصبي تحمل القوقعة الأذنية وخرج كل عصب من خلايا شعرية، ونشير كل حلية شعرية عدة ألياف عصبية ويلتقط فرع آخر من لعصب الثامن بمحتوي معلومات من الصوت البصيف - دائرية وعندما تثار الألياف عصبية بوساطة إثارة الخلايا الشعرية، فإن التحليل الترددي الذي يقوم به عضو كورثي يصمم أكثر سبب كت حاسي، فعندما يثار مكان محدد على طول العشاء القاعدي إلى درجته القصوى، فإن الخلايا والألياف المحاورة تكث استجانتها بحيث يصحح التأثير أكثر حدة.

والمسافة التي يقطعها العصب الثامن حتى يمر بين القوقعة الأذنية وفص الدماغ الصدعي ليست بعيدة. فهو موحود في العظم الصدغي من خلال القناة السمعية الداخلية ويدخل جذع الدماغ حيث يتلاقى السحاع المستطيل بالخر وفي جذع الدماغ تتقاطع أو تتصالب معظم الألياف العصبية القادمة من كل أذن في طرفها إلى الجهة الخائية المعاكسة وفي تلك النقطة تتم المصرة بين الإشارات القادمة من كل إذن كي تحدد موقع الأصوات ويعتقد أن ألياف العصب الثامن في جذع الدماغ ربما كانت متخصصة بالنقاط بعض السمات السمعية المحددة وسيكون مثل ذلك النحصص مهماً في النقاط التحيزات الهامة في عملية تحليل الكلام ومن جذع الدماغ، يعبر العصب الثامن نحو الدماغ الأوسط ومنه إلى العصب الصدعي وعلى طول الطريق تنفرع الألياف نحو المخيخ وإلى شبكة من جذع الدماغ تعمل على تركيز الانتباه. ونهبط الألياف الحركية من العصب السمعي أيضاً للضغط والسيطرة على حساسية القوقعة الأذنية.

وعندما تصل الإشارات إلى الحاء الفص الصدعي السمعي تحتفظ بترتيب مكان التردد الحاصل في العشاء القاعدي وفي عرض ثلاثي الأبعاد على طول قسم الفص الصدعي العلوي، تثير إثارة الترددات المنخفضة قرب قمة القوقعة الأذنية طبقات الخلايا اللحائية على طول الجزء الخائبي من المنطقة السمعية الرئيسة، بينما تسجل إثارة

الترددات العالية في قاعدة القوقعة الأدبية في عمق من الخلايا ضمن الشئ الخائبي إن هذا السمثل «الطوعراي» موجود في كل من القصير الدماغيين وتأتي معظم الإسهامات إلى كل فص من الأذن الخائبية المعاكسة وهكذا تنفذ عملية السمع، لكنه يجب معاملة الإشارة على نحو أطول حتى ندرك أو نفهم ما نسمع. وستفصل معاملة أصوات الكلام اللخائية على نحو موسع، في هذا الفصل، عندما تناقش السبه النفسية - الفيزيولوجية لإدراك الكلام

Perception of Speech

إدراك الكلام

هناك دليل على أن النظام السمعى مؤلف خاصة للكلام. أو إن نظرياً إليه من وجهة نظر تطورية أمكننا القول إن اليات الإنسان الكلامية وآلياته السمعية تطورت جساً إلى جس، ولذلك فإن سماع الأصوات الكلامية هو أفضل ما تسمعه الآليات السمعية. وإن نحن نظرياً إلى المسألة من مظار اللعويات التاريخية، أمكننا أن نعتبر أن لعات الأرض قد تطورت مستفيدة من (وفي الوقت نفسه مقيدة) من اليات الإنسان الكلامية والسمعية وعلى غرار ما سكتشف فيما بعد، في هذا الفصل، فإن الأطفال يصنعون، وفقاً لقدراتهم السمعية في التميز، الأصوات الكلامية ضمن مجموعات تشبه تلك المستخدمة في عدة لعات والمصنفة في أصناف مميزة أو هوييمات

ولو افترضنا جدلاً أننا مصممون على أن نفهم ونذكر الأصوات الكلامية منها التي نحن مصممون أيضاً على إصدارها، لبقيت العمليات التي يضمها إدراك الكلام مكتنفة بالعموم ويشير الدليل إلى أن إدراك الكلام مطهر متخصص من المقدرة الإنسانية العامة، وهي مقدرة بحث الأنماط وتغيرها. والأنماط في هذه الحال أنماط سمعية، وقدر كبير من هذا الفصل سيصف الأنماط السمعية التي يستجدها المستمعون بوصفها دلائل في فهم الكلام وعالماً ما تكون الدلائل رائدة مما يسمح حدوث إدراك الكلام في ظروف صعبة وبأدراً ما تصدر الأصوات الكلامية مفردة كما فصداً في الفصل الرابع، أنها تتداخل ويؤثر كل صوت في الآخر نتيجة لإصدارها ويعني هذا، في إصدار الكلام أن الأصوات الكلامية ليست منفصلة أو مستقلة في أغلب الأحيان على غرار ما يمكن المرء فعله في فصل الحروف في الكلمة المكتوبة،

ولذلك يجب على المستمع أن يستخدم السياق في فك رموز الرسالة، وعالياً ما يفهم الصوت الكلامي ضمن فهم أي للمعلومات السمعية المحاورة. وبالإضافة إلى ذلك، هناك دليل على أن إدراك الكلام هو وظيفة متخصصة إلى حد ما وجانبية في الدماغ وذلك موضوع سنبحثه شيء من التفصيل فيما بعد وأخيراً مساقش، في هذا الفصل، بعض النظريات الحاربه في إدراك الكلام

دلائل سمعية في إدراك الكلام Acoustic cues In Speech Perception

اننا نعلم من دراسة الأطياف الكلامية أن الأنماط السمعية معقدة ودائمة التبدل هل يستخدم المستمع كل هذه المعلومات، أم أن هناك أجزاء من الأنماط السمعية أكثر أهمية لإدراك الكلام من الأجزاء الأخرى؟ وقد استطاع علماء الكلام بواسطة تركيب الكلام أو لصق الشريط أن يدلوا المتغيرات المختلفة في الإشارة السمعية، واحضروا بعد ذلك المستمعين في اكتشاف آثار ذلك في إدراك الكلام

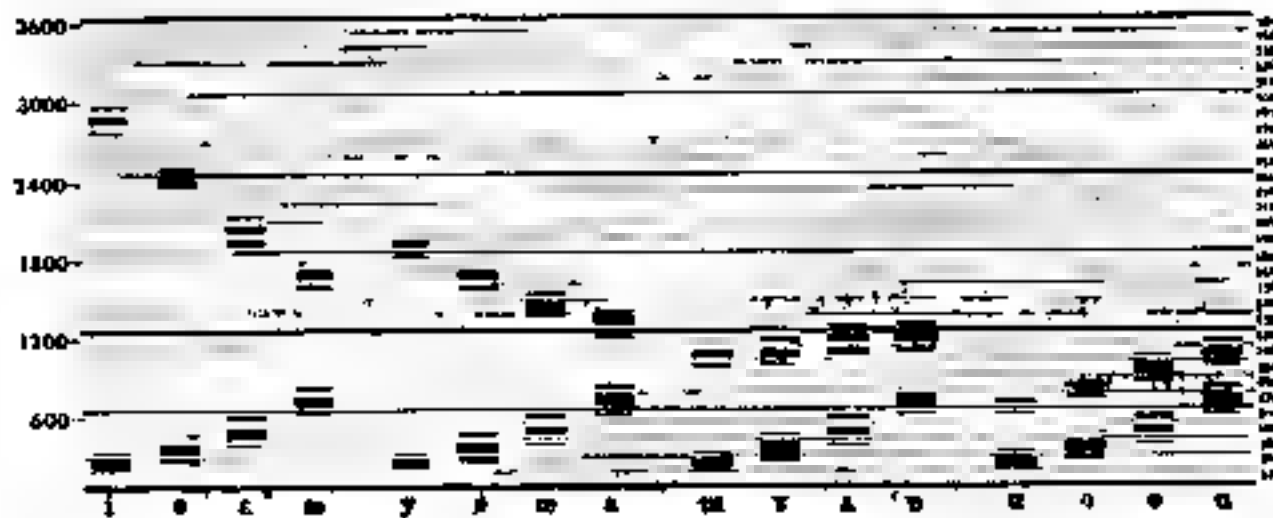
لقد فصلنا في الفصل الرابع القول في إصدار الأصوات الكلامية في أصناف عامة وفقاً لاسلوب النطق، ابتداءً من الصوائت التي تتطلب إصدارها مجرى صوتياً أكثر انفتاحاً إلى أصوات الوقف والأصوات الاحتكاكية ذات المجرى الأكثر صيفاً حاولنا شرح كل صنف ضمن شروط سماته النطقية بالإضافة إلى السمات السمعية وسنتع الترتيب نفسه هنا سبدأ بمناقشة إدراك الأصوات الكلامية

Vowels

الصوائت

تقع الدلائل السمعية لفهم الصوائت في الأنماط التي نشهها رنين المحرى الصوتي (التشكيلات الموجية المميزة) عند التكلم لكن أنماط التشكيلات الموجية المميزة ليست كافية بما هي كذلك دائماً لعملية التحديد والتعبير التي يقوم بها المستمع فهي بداية الخمسيات قام ديلاتر، ولرمان، وكوبر وجيرستمان بتركيب صوائت بواسطة رسم التشكيلات الموجية المميزة على آلة قارئة النمط (كما وصفت في الفصل

الثاني) بانتظام معبرين ترددات التشكيلات الموحية المميزة في بحث عن أفضل أنماط يمكن للمستمع أن يقرأها بكل صائت بمفرده (الشكل 5.11)



الشكل 5.11- صوائت مصطفة مؤلفة من تشكيلين موجيين مميزين اثنين كما رسمت (دمت) على قارئة المسط في مختبرات هاسكس

وقد اكتشفوا أن المستمعين يحتاجون عادة إلى ترددين موجيين مميزين فحسب من الترددات الطبيعية التي تصدر حتى يستطيعوا تحديد الصوائت، واكتشفوا أيضاً أنه، على الرغم من احتياج المستمعين لتشكيلين موجيين مميزين لتحديد الصوائت الأمامية، يمكن لتردد واحد أن يكون كافياً لتحديد الصوائت الخلفية على نحو تقريبي. وقد اكتشف جيمر فانت في مخبره في السويد أفضل تشكيلين موجيين مميزين تختلف فيهما الصوائت المصطفة على نحو منتظم عن الصوائت الطبيعية. وقد وجد أنه ينبغي أن يكون التشكيل الموجي الثاني عالياً جداً في $\frac{1}{2}$ قريباً جداً من التشكيل الموجي المميز الطبيعي الثالث. أما في بقية الصوائت الأمامية فقد وجد أن أفضل مكان للتشكيل الموجي المميز الثاني هو ما يمكن أن يكون التشكيل الموجي الثاني والثالث طبيعياً. أما الصوائت الخلفية فقد ركبت أو شكلت في أحسن شكل لها عندما كان التشكيل الموجي الثاني قريباً من التشكيل الموجي الثاني الطبيعي. أما في إدراك الكلام فقد بدا أن التشكيل الموجي الثالث أكثر أهمية في الصوائت الأمامية منه في الصوائت الخلفية.

لكن أنماط التشكيلات الموجية المميزة لا يمكنها وحدها أن تؤمن إدراك المستمع للصوائت بسبب عشكلتين: الأولى: تنوع أحجام المجري الصوتي التي تصدر التشكيلات الموجية المميزة. إنا نعلم من دراسة بيترسون وباري التي ذكرت في الفصل الرابع أن الرجال، والنساء والأطفال يصدرون الصائت نفسه ولكن بترددات موجية مميزة مختلفة. ويختلف الأفراد ضمن المجموعات أيضاً، وما يجعل الأمور أكثر تعقيداً أنه لا توجد صيغة بسيطة تسمح للمستمع أن ينظم الترددات. فالنساء لا يملكن مجاري صوتية أقصر من تلك التي يملكنها الرجال، ولكنهن يملكن أشكالاً للمجري الصوتي مختلفة. فالمجري الصوتي عند النساء أقصر من ذلك الذي عند الرجال بحوالي 2 سم عند البلوغ، بينما لا يبلغ قصره سوى 1.25 سم في التحويف العمي، وهكذا، يجب على المستمعين أن يستخدموا أساطير عامة لعلائق التشكيلات الموجية المميزة بدلاً من الترددات لدقيقة أرحى نسبة صحيحة أو مضبوطة منها.

والمشكلة الثانية التي تواجه المستمعين في تحديد الصوائت هي أن الصوائت عالياً ما تتحدد لحد ما في معدل الكلام العادي. وقد أظهر لنديلوم أن الصوائت تتشابه كثيراً عندما لا نر ونشبه */w/* أيضاً. فعل سبيل المثال سوسعد التشكيل الموجي الثاني في */w/* بينما سيهبط في */b/* ؛ وهذا يجب على المستمع أن يستخدم الدلائل السياقية للإصغاء إلى أنماط الترددات الموجية المميزة في مسعاه لتحديد الصوائت. وقد أظهر لاد فوحد وبرودست «Broadbent» أنه يمكن للمستمعين أن يستخدموا صوائت أخرى لتكتم ما في عملية تنظيم أطوال المجري الصوتي المختلفة. وفي دراستهما، سُمع الصائت في كلمة إم ك */bit/* أو ك */bet/*، واعتمد ذلك على أي من الصوتين الآخرين استخدم في قول العلة الناقلة. وقد اقترح ليرمان أن يمكن للمستمعين أن يستخدموا الصوائت */a/*، */i/* و */u/* في رسم المجري الصوتي للمتكلم أو فحسه، وقد طور جيرستمان (Gerstman) لومارثما يمكن أن يستخدمه حاسوب في تقدير ترددات التشكيلات الموجية المميزة في الصوائت إذا ما عُدّي ترددات الصوائت القصوى */a/*،

/u/ و */a/*.

ويقترح نوردستروم (Nordstrom) ولنديلوم أنه يمكن للمستمعين أن يقدروا طول المجري الصوتي الكامل في محاولة أولية، ويستخدموا، بعد ذلك، عامل مضاعفة

متدرجاً بسيطاً في تعديل النمط الموحى المميز وإن هذا الإجراء الباطني يمكن عن
الرغم من عدم وجود حاصه خطية بين اختلافات حجم الهم واللعوم لكنه ليس
معروفاً، على أية حال، إن كان المستمعون لشئ يستخدمون مثل هذه الحسابات
وقد ظهر فيرميرج، سترينج، شانكوفر وإيدمان (Verbrugge, Strange, Shaankweher & Edman)

أن المستمعين يدركون الصوائت على نحو أدق عندما يكون
هناك صائت واحد على الأقل موضعه سياقاً ويبدو أنه يمكن للمستمعين أن يثبتوا
النمط الموحى للمحرى صوتي معين وفق مدأ يعتمد على برهان من مقطع مؤلف
من صامت - صائت أو صائت - صامت.

إن إدراك الصوائت سهل لأنها مجهورة، ومن ثم تمتلك شدة عالية نسبياً،
فالمحرى الصوتي مقترح سبباً أثناء إصدارها وهكذا يصدر رين نادر، وعالماً ما
تنب الترددات الموحية المعيرة مدة مائة ميلي - ثانية أو كذلك مما يسمح للمستمع
بدرك النمط الموحى المميز ويستفيد المستمع من أجزاء الكلام الأخرى في تقرير
حجم المحرى الصوتي التقريبي، ومن ثم يعرف ما طبقات الترددات التي يتوقعها لأغاط
الشكيلات الموحية المعيرة وأخيراً تستخدم معرفة اللغة، ونظام الصوائت، وقوانين
السرة، خاصة في تفهي أثر تعيرات الصائت في الكلام العادي.

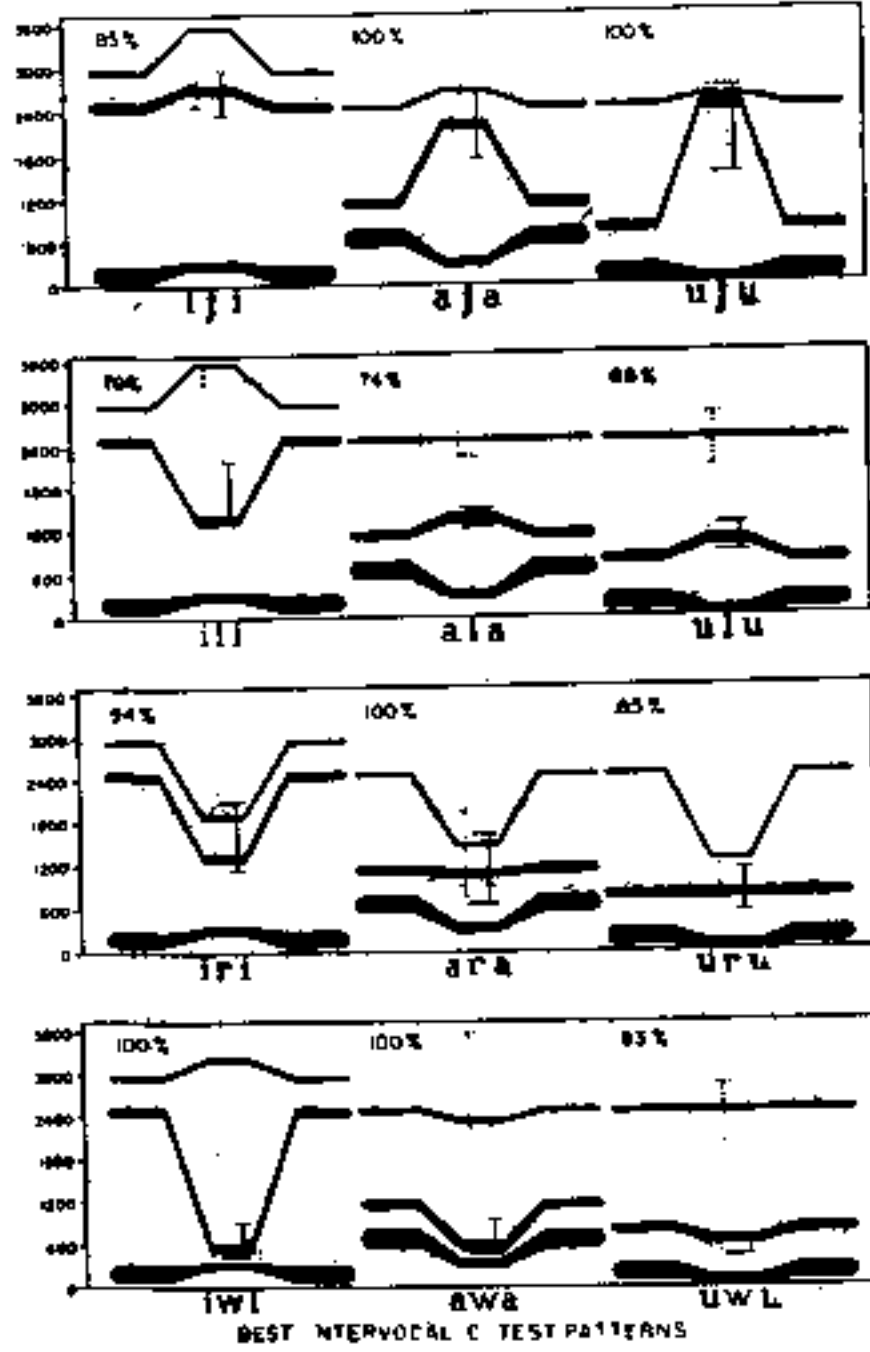
الصوائت الثنائية

Diphthongs

تكشف الصوائت الثنائية المركبة المستخدمة في اختبارات السمع عن أن التشكيلات
الموحية المعيرة المترتبة هي أدلة سمعية كافية في عملية التحديد والتمييز وعلى نحو
أمودحي، هناك، بالإضافة إلى الارتلاق، نمط تشكيل موحى ثابت لمدة وحيرة عدد
مدّة كل ارتلاق وسهائته وقد يدل حي (Gay) بانتظام مدة ارتلاق التشكيل الموحى
الثاني، ووجد أن معدل تغير التردد دليل أهم من ترددات التشكيل الموحى الدقيقة في
سهاية الصوائت الثنائية (/aɪ/, /aʊ/ و /au/).

ان الأصوات /e/، /i/، /ɪ/، /ʊ/ و /ʌ/ كما في «yet»، «red»، «wet» و «led» هي أصوات مجهورة كما هي لحال في الصوتيات وأنصاف الصوتيات، وتتصف ترددات تشكيلات مميرة تسمى «تحويلات الانتقال» تحدث تحولات التشكيلات الموجية المميرة في الصائت إذا سبق الصائت أو أتبع بصامت، ويعكس ذلك تعبيرات في الرنين عندما يتحرك المجري الصوتي من منطقة الصامت الأكثر صيقاً وان تحولات التشكيلات الموجية المميرة التي تشكل الصوتيات الشدية وأنصاف الصوتيات هي الدلائل السمعية الهامة في تحديد أنصاف الصوتيات وأنصاف الصوتيات نفسها. وماله أهمية خاصة في فهم أنصاف الصوتيات الترلاقات التشكيل الموجي الثاني، وفي بعض الحالات، الترلاقات التشكيل الموجي الثالث وتتميز أنصاف الصوتيات عن الصوتيات الشدية بتحويلات التشكيلات الموجية المميرة السريعة التي تجعلها أشبه بالصامت

ووجد أوكونر (O'Connor) وجيرستمان وليرمان وديلاتر وكوبر أنه في الإمكان تركيب /w/ و /j/ مقبولين إدراكياً بتشكيلين موحين مميزين فقط. وليس هذا الاكتشاف مدهشاً إذا ما تذكرنا أن /w/ يبدأ سمط تشكيل ممير مشابه /u/ وان /j/ يبدأ بواحد شبيه بذلك في /i/ لكن إدراك /ɪ/ و /ʌ/ يحتاج الى ثلاثة تشكيلات موحية مميزة عادة، وان التشكيل الموجي المميز الثالث هو الذي يميزهما ففي /ɪ/ يكون F_3 أدنى من ذلك في /ʌ/ ولذلك فإنه في سياق صائت، يجب على F_3 أن يصعد من التشكيل المميز في /ɪ/ إلى ذلك الموجود في الصائت. أما في /ʌ/ فتحد أن F_3 أعلى، ولا يعبر تردده في معظم سياقات الصائت. والتشكيل الموجي المميز الثاني هو الذي يميز أنصاف الصوتيات، حيث إنه محفص في /w/، وفي تردد وسط في /ʌ/ و /ɪ/ وعال في /j/. وعلى الرغم من أن F_1 ليس دليلاً سمعياً مهماً كـ F_2 و F_3 ، يجب أن يكون محفصاً للحصول على /w/ و /j/ جيدين، ولا يجب أن يكون محفصاً كثيراً في /ʌ/ وإلا رن الصوت الجانبي وكأنه الأنفي /n/. ونجد محطاً أفضل لـ /ara/، /ala/، /aja/ و /awa/ ذهبها ليسكر (Lisker) لقارئة السمط واحتبرت على مستمعين مرهفي السمع في الشكل (511) ولاحظ أن الدلائل السمعية التي قدمت في /ʌ/ كانت كافية نسبة لـ 74% (محب مقارنة بـ 100% في تحديد أنصاف الصوتيات الأخرى

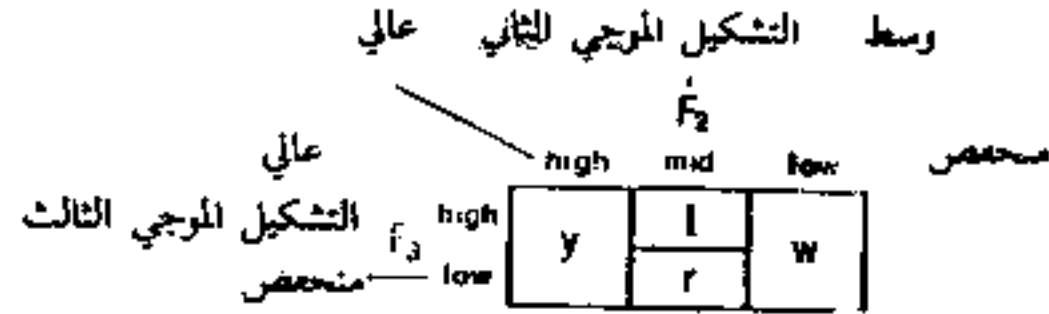


أفضل أنماط اختبار لتحليلها صوتيات

الشكل 5.11 أنماط صعبة مركبة من ثلاثة ترددات موجية مميزة لـ /i/، /a/، /u/، /w/ مع الصوتيات /i/، /a/، /u/ و /w/. طلب من المستمعين أن يحددوا كل سلسلة من الأنماط بوصفها واحداً من المبهات الأربعة والأنماط الموجودة هنا هي التي مبرها المستمعون بدقة وثبات كبيرين

يجب أن يكون هناك دلائل سمعية أكثر من أجل الحصول على صوت حاسبي غير غامض.

يلخص الرسم البياني لـ F_2 و F_3 علائق التشكيلات الموجية المميزة التي استخدمها المستمعون.



الشكل 5.12 : مخطط بياني يصف علائق التشكيلات الموجية المميزة لأصوات y ، r ، w

Nasal Consonants

الصوامت الأنفية

يمكن حسان إدراك الأنفيات متضمناً قراريين الأول: تبعاً لكون القسم أنفياً أو غير أنفي، ثم تبعاً لكون مكان بطقه شعوياً /m/ مسحياً /n/ أو حلقياً - حكي /ŋ/. واكتشف ميرملشتاين (Mermelstein) من خلال تقسيم الكلام الطبيعي بواسطة الحاسوب أن أقسام التحولات من الدمدمة الأنفية - والتي تمثل دلائل مؤثرة في النقاط الأنفيات وتحديدتها بوصفها صفاً محددًا من الأصوات. ويصم التبديل الواضح في طيف صائت صادر عن هم مفتوح إلى صوت أنفي، كما ذكرنا في الفصل الرابع، إصعاف التشكيلات المميزة العليا بسبب الرنين المصاد وإضافة رنين دون الخمسمائة «هرتز»، يتركز غالباً حول منطقة 250 «هرتز» يمكن للمستمع أن يستخدم نقص الشدة الكامل من الصائت إلى الصوت الأنفي بوصفه دليلاً سمعياً وتمثل الدمدمة الأنفية ذات التردد المحمض دليلاً كافياً عندما تحذف التشكيلات الموجية المميزة العليا في الأصوات الأنفية المركبة في قارئة النمط. أما في مقاطع الصائت - الصامت في الكلام الطبيعي، فيمكن الاستدلال على الأنفي الأخير بواسطة الصائت واكتشف عي وكالاغر (Callagher)، وحولد شتاين، (Gold)

(stein) واديلوف (Danikoff) من دراسة لصق الشريط أنه يمكن للمستمعين أن يدركوا صفة الأنفية المتنامية أو المتطورة في قسم الصائت حتى لو حدثت الصوائت الأنفية وتحولاتها المباشرة كاملة ومن السهل، خاصة، أن يدرك المستمعون الصوائت المفتوحة بوصفها أصواتاً أنفية. ومع ذلك أن الصوائت المفتوحة ينقصها رنين الترددات المنخفضة إلا إذا أُصدرت مع صوت أنفي. أما الصوائت المرتفعة مثل /i/ و /u/ فتملك في العادة رنين تردد منخفض، ولذلك فهي أكثر مشابهة في السمع للأصوات الأنفية.

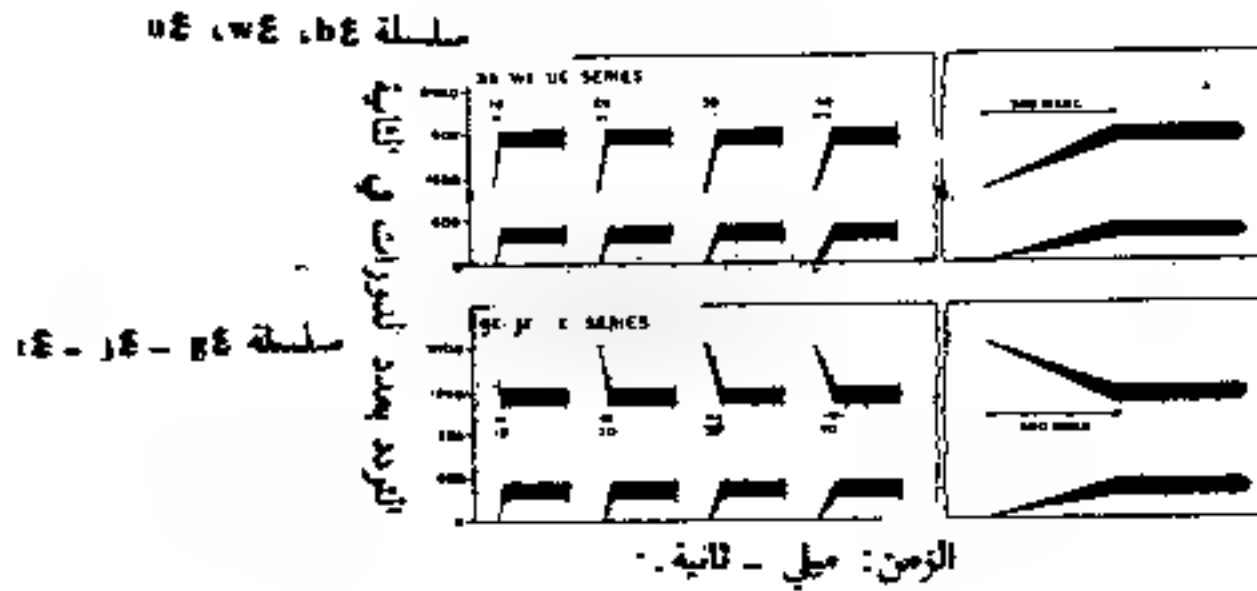
ويُستدل على إدراك مكان نطق الصوت الأنفي أساساً باتجاه التحويه (خاصة F_2) نحو صائت مجاور. ووجد كوبر، وديلاتر وليرمان ويورست (Borst) وجيرستمان أنه يمكن تركيب الأنفيات /m, n, ŋ/ لقارئة السمط بتحويلات التشكيلات الموحية المميزة المستخدمة في تركيب /b, f/، /t, d/، و /k, g/ نفسها على التوالي. ووجد ماليكوت (Malcolm) من خلال لصق الشريط في الكلام الطبيعي أن المستمعين استخدموا الدممة الأنفية نفسها بوصفها دليلاً صغيراً على مكان النطق، في حين أن الدليل القوي على مكان النطق كان متمثلاً في التحويلة. وبعد إزالة التحويلة بين حالات الصائت الثابتة والدممة الأنفية وُجد أن المستمعين كانوا أقل مقدرة على التمييز لأي أنفي كانوا يسمعون. وهناك دلائل ترددية وأخرى متعلقة بالرسم موحودة في التحويلات، حيث تتميز تحويلة /m/ بأدى تردد وأقصر مدة، أما في /n/ فتكون التحويلة أعلى في ترددها وأطول في مدتها قليلاً. في حين أننا نجد أعلى تردد وأكثره تدلاً وأطول فترة في /ŋ/. ويمكن إرجاع فرق المدة في التحويلة بين /n/ و /ŋ/ إلى أن مؤخرة اللسان أنطياً في تحركها من مقدمته. أما كيف يمكن للمستمعين أن يتفلقوا سريعاً بين التحويلات، ويسدلو أدلة الدممة الأنفية بين الواحدة والأخرى فغير معروف. وقد وجد هاوس (House) في دراسات مماثلة عن الأصوات الأنفية أن أشكال الرنين السنية والربى المصاد كافية لتمييز /m/ و /n/؛ ولكن إدراك /ŋ/ إدراكاً كاملاً كان أقل دقة بالنسبة إلى المستمعين. يمكن أن تكون الدلائل الإضافية مهمة لفهم /y/. وسواجه المشكلة نفسها في /v/ و /g/ عندما ناقش إدراك أصوات الوقف.

أصوات الوقف

Stops

لقد درست أصوات الوقف /p, b, t, d, k, g/ أكثر من أي صنف آخر من لأصوات الكلامية. ودراسة أصوات الوقف مهمة ومختصة لأنها تظهر بوضوح عدم خطية الإدراك الإنساني عندما تكون المثيرات أو المنتهات أصواتاً كلامية أو أصواتاً كلامية مصطنعة وسناقش ظاهرة عدم خطية الإدراك الإنساني هذه مفصلاً في فقرة الإدراك غير المشروط. وتظهر أصوات الوقف أيضاً ريادة الدلائل السمعية المتواضعة لتعبير الأصوات الكلامية وأخيراً تزودنا طبيعة فهم أصوات الوقف السمعية إلى حد ما على دلائل الصوائت السمعية المحاورة، ولذلك، فإن المستمع يدرك صوت الوقف الصائت المحاور وفقاً للعلاقة السمعية بينهما.

إن الاختلافات الواضحة بين أصوات الوقف والأصوات التي ناقشناها الآن تتمثل في الآتي: أولاً هناك انسداد أو انغلاق فعلي يسمع إما بوصفه صوتاً من أصوات الوقف غير المحهورة /p, t, k/ أو بوصفه تصغيماً قصيراً في أصوات الوقف المحهورة /b, d, g/، وثانياً: عالياً ما يطلق الهواء المحجوز على صورة دفقة هوائية تسمع كأنها تحويلة عائرة سريعة وقرق ثالث بين أصوات الوقف وأنصاف الصوائت يكمن في مدة التغير في غط التشكيلات الموجية المميرة، وهو النتيجة السمعية للتحرك من شكل المجري الصوقي اللارم لصوت الوقف أو نصف الصائت وموقعه إلى الشكل المناسب للصائت. وقد وجد علماء مختبرات هاسكس^٥ أنه في الإمكان رسم أطياف لقارئة النمط تسمع كـ /bɛ/ و /gɛ/ دون أن تشتمل على الدلائل الخاصة بالدفقة، وأكثر من ذلك، فإنهم استطاعوا إصدار مؤثرات من خلال تغير مدة تحويلات التشكيل الموجي الثاني (الشكل 13 5) أدركها المستمعون بوصفها كـ (b.g) عندما كانت التحويلات قصيرة المدة، وأدركوها على أنها أنصاف الصوائت (u.y) عندما كان طول التحويلات من 40 - 50 ميلي ثانية، وأدركوها على أنها الصوائت المتعيرة /u ɛ/، /ɛ/ عندما كان طول المدد يتراوح ما بين 150 - 200 ميلي ثانية.

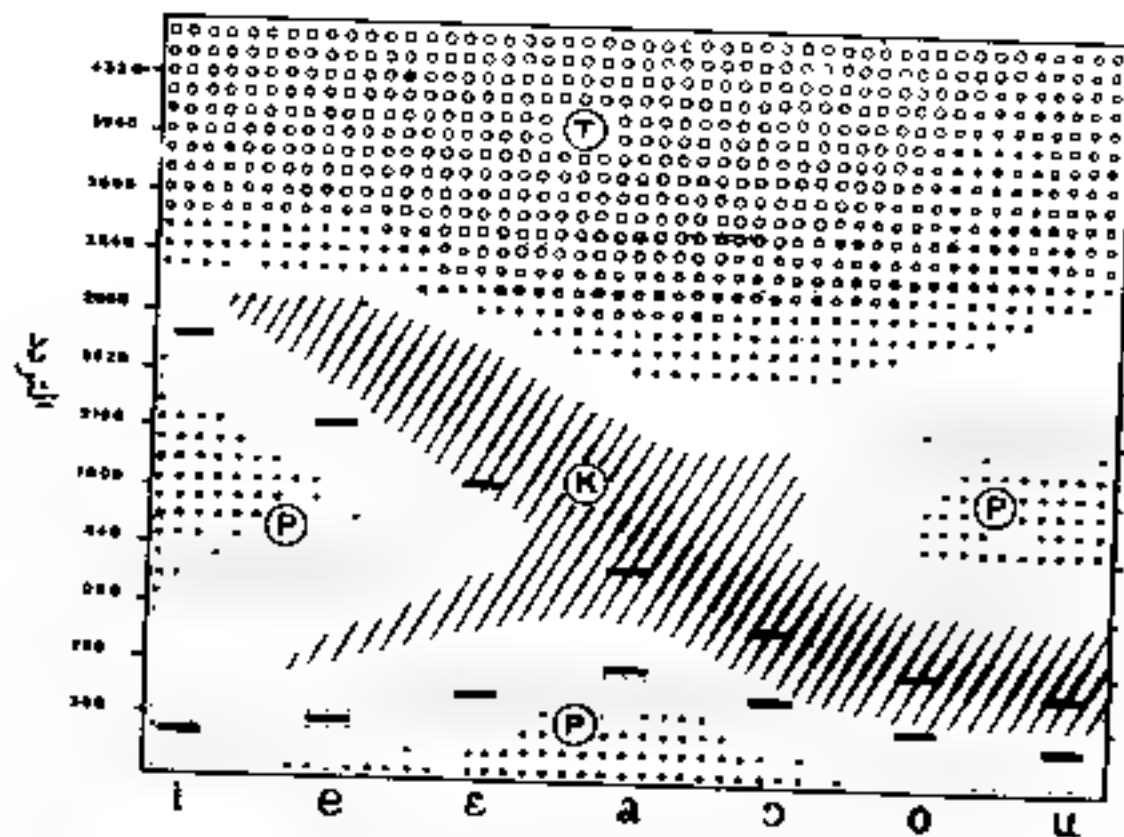


الشكل 5.13 - أمواج طبيعية ذات فترات تحول متغيرة. وتظهر لربعة الأمواج الأولى في كل صف كيف تنوعت درجة نشاط التحولات يقع في النهاية اليمنى القصوى من كل صف نمط مؤثر كامل أي: تحول بالإضافة لصائت مصعة ثابتة لأطول فترة تحول ثم اختيارها ثم الحكم على الأمواج في النهاية اليسرى القصوى العنينا وكذلك اليمنى القصوى العليا في الصف العلوي بوصفها /g/ و /uE/ على التوالي. وتم الحكم على الأمواج المناظرة هـ في الصف السفلي بوصفها /gE/ و /uE/

ويبدو أن هذه الدلائل السمعية المتعلقة بأسلوب نطق أصوات الوقف الصمت السبي، الدفقة الهوائية، والتحويلات القصيرة العابرة نحو الصائت اللاحق، أكثر مقاومة لتأثيرات الضوضاء الخلفية من الدلائل السمعية المتعلقة بمكان النطق التي تميز الشعويين /b, f/ عن السحيين /t, d/ عن الخلفين - الحكيين /k, g/ وقد حلل ملر (Miller) وسايسلي (Nicely) التشوش الإدراكي للصوائت الإنكليزية مع وجود الضوضاء، ووجدوا أنه يمكن للمستمعين أن يحددوا أسلوب النطق حتى عندما تكون دلائل مكان النطق مجموعة

هناك العديد من الدلائل التي يمكن للمستمع أن يستعملها في الإشارة إلى مكان نطق صوت الوقف، وقد عزلت الاحتذارات المكررة المستخدمة مؤثرات قارئة

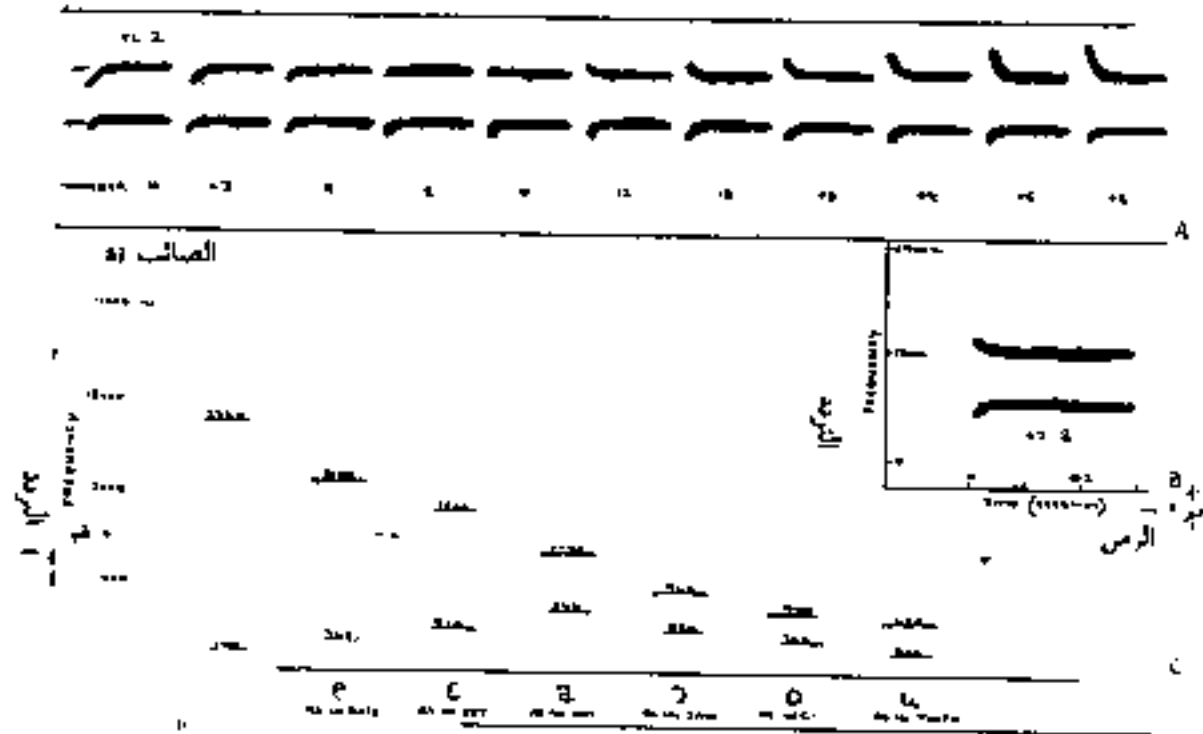
النمط المعتمدة على أطياف حقيقية داليتين منعصمتين لمكان النطق ولكنها كافيتان مكان تردد الدفقة الهوائية وعلاقته بالصائت، وتحول التشكيل الموجي. المعير الثاني وقد أدركت الدفقات ذات الترددات العالية كلها مجتمعة مع التشكيلات الموجية المميزة لسعة صوائت على أنها /v/، بينما أدركت الدفقات ذات الترددات المنخفضة بوصفها /p/ إلا أن الدفقات التي أدركت على أنها /k/ كانت أعلى قليلاً من التشكيل الموجي في الصائت المحدد المركب من تشكيلين موجيين مميزين (الشكل 5.14) مما ينتج عنه إدراك الدفقة العالية على أنها /k/ مع الصوائت العالية، وأدركت الدفقة المنخفضة على أنها /k/ مع الصوائت المنخفضة.



الشكل 5.14. تردد الدفقة المركزي، الذي سيدرك (بهم) بوصفه صوت وقف غير مجهور مع عدة صوائت تشير الرموز العائمة في الشبكة إلى موافقة أكبر لدى المستمعين كما تمت الإشارة إلى النمط ذي التشكيلين الموجيين المميزين الذي رُوِّح مع كل دفقة هوائية مع كل صائت

يمكن للمستمعين أن يستخدموا أيضاً صوائت مركبة (مصطنعة) وتحولات

التشكيل الموجي الثاني من دون دقات لتحديد أصوات الوقف. وقد صيغ الباحثون تشكيلات الصائت المتميزة ثالثة وعيروا معنى تحويلة التشكيل الموجي الثاني من تحويله سلبية أو هابطة إلى تشكيل موجي ثاب مسسط فتحويلة إيجابية شكل حاد أو صاعد (الشكل 5.15) ضمن عشر خطوات. وأدرك المستمعون كامل تحويلات F_2 الصاعدة بوصفها /p, b/ الشفويين، لكنهم قسموا تحويلات F_2 الهابطة إلى مجموعتين فقد أدركت على عرار السنحيين /d, t/ عندما كان F_2 هابطاً قليلاً في الصوائت الأمامية، أو هابطاً على نحو حاد في الصوائت الخلفية وأدركت بوصفها /k, g/ الخسكين - الخلقين عندما كان F_2 هابطاً على نحو حاد في الصوائت الأمامية أو هابطاً قليلاً في الصوائت الخلفية

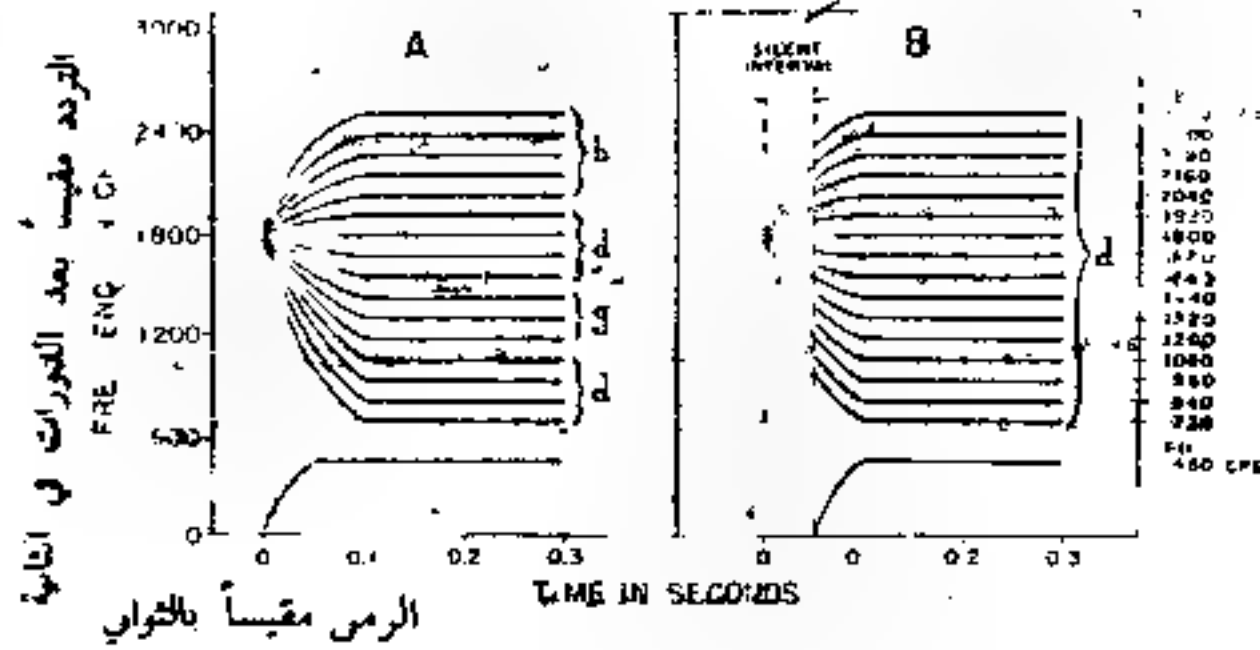


الشكل 5.15 نمط أصوات الوقف المجهورة المصطع من تشكيلين موجيين عميرين يظهر القسم (a) الصائت (a) مع نطاق كامل من التحويلات يظهر القسم (b) نمطاً عموده بينما يظهر القسم (c) الأنماط المركبة (المصطعة) من تشكيلين موجيين عميرين مع الصوائت المختلفة التي جمعت مع نطاق التحويلات الذي يبدو في القسم (A)

ويستح عن العمل المتزايد، حول إدراك تحويلات F_2 عند ديلاير وليرمان وكوبر
 بطريقة تقول إنه يوجد موقع سمعي خاص في كل مكان من أماكن السطق ولكي
 يوضح المفهوم، عليا أن يعود إلى مناقشة إصدار أصوات الوقف. فعندما يُهي انسداد
 صوت الوقف، سيرتبط شكل المجري الصوتي بتردد تشكيل موجي مميز محدد بتعبير
 بتعبيرات المجري الصوتي نحو الصائت اللاحق. وبما أن الانسدادات الخاصة بصوت
 وقف محدد في عدة سياقات صائتية مختلفة هي نفسها، فلا بد من وجود علاقة منتظمة
 بين تجمعات الصائت - الصائت وبداية تردد تحويلة F_2 إنها هذه العلاقة النطقية
 التي تشكل أساس اكتشافات تجربة الموقع (locus).

لقد ركبت أنماط من تشكيلين مع بعض سمات شبيهة بسمات أصوات الوقف
 بالإضافة إلى F_2 ثابت. وأدركت أفضل (g) عندما كان F_2 مبسطاً وتردده حوالي
 7000 هرتز أما أفضل /d/ فكان عند 1800 «هرتز»، بينما كان أفضل /b/ عند 720
 «هرتز». وعندما رسمت المؤثرات تحولات ثابتة في F_1 ، وتدرج في تحويلات F_2 من
 الصاعدة الحادة إلى الهائلة الحادة، وجد أنه عندما كانت كافة التحويلات تشير إلى
 المواقع (أفضل الترددات التي ذكرت آنفاً)، وإذا أُربل القسم الأول من التحويلات أو
 كان صامتاً (الشكل 516)، استطاع المستمعون تغيير مكان لفظ أو تحديده معتمدين
 على هذه المواقع السمعية. والموقع هو مكان على مقياس الردد أشارت إليه تحويلات
 F_2 أو إجهت إليه وكان أداء هذا الأسلوب جيداً في حالة صوت الوقف السحبي
 /d/ وتقع الصعوبة في تحديد تحويلة F_2 معينة أو ترتبط بـ /k/, /g/, /b/ حثياً من
 الحقيقة النطقية في أن هذه الصوائت لا تنقيد بمكان واحد في الحقل ومن ناحية
 أخرى من الحقيقة السمعية، كما أشد كوهين «Kuhn»، إلى أنه عندما يتحرك مكان
 اللفظ إلى الخلف في التجويف الفمي، يمكن للربيع لصائتي أن يعبر ولاءه من
 تشكيل موجي مميز إلى آخر

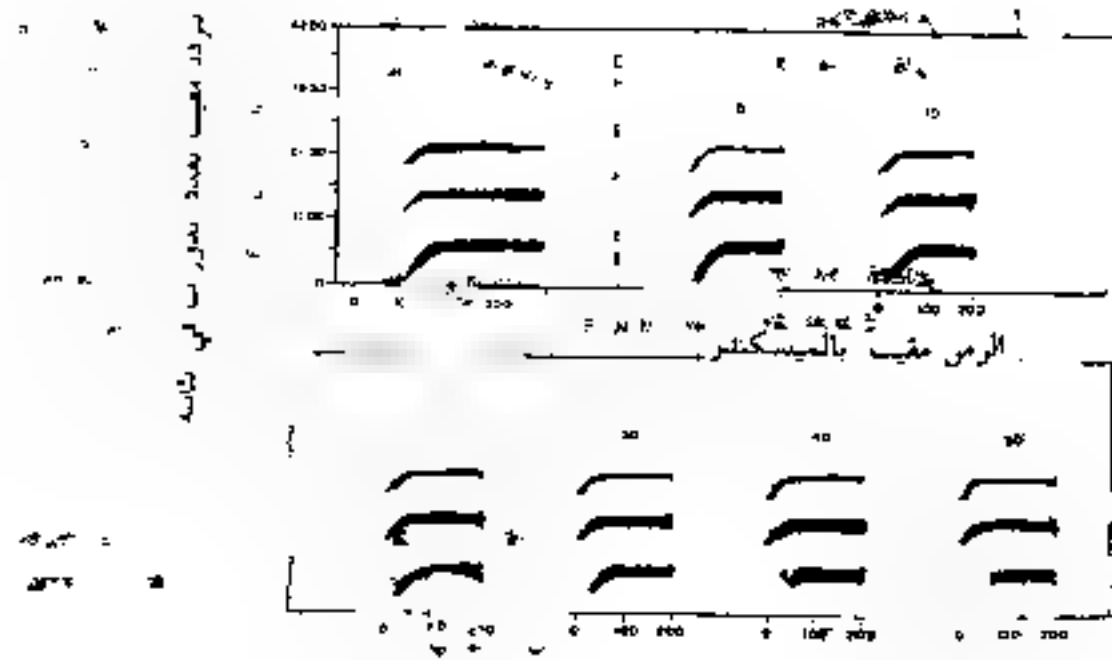
فاصل سكون (صامت)



الشكل 5.16: مبدأ الموقع (الموضع). يظهر القسم (A) الهوية المتسعة الإدراك لأنماط ترددتين موجيين مميزين يكون التردد الموجي الأول فيها صاعداً بينما بقي التردد الموجي الثاني ثابتاً كما هو في بدايته عند 1800 «هرتز». ولو أزيل الخمسون ميلي - ثانية الأولى كما هو في القسم (B) لسمعت الأنماط بوصفها (d) بصائص متغير أو متسوع (مختلف).

تختلف الأصوات في الجهر بالإضافة إلى اختلافها في مكان السطق، وهناك لكل مكان نطق صوت وقف مجهور وآخر غير مجهور وإن دلائل الجهر هي: وجود قضيب الترددات المنخفضة أو غيابه؛ وجود القوضاء المشيرة إلى Aspiration أو غيابها، وتغير في مستهل التشكيل الموجي المميز الأول. وقد درس علماء مختبرات هاسكوتز هذه التأثيرات على إدراك تحويلة التشكيل الموجي المميز الأول المضعفة تدريجياً في سلسلة من المؤثرات. فقد تمتع المؤثر الأول بقضيب جهري وتحويله تصعد من خط القاعدة، وفي مؤثر لاحق أزيل عشرة ميلي - ثانية من F_1 ، الشكل (5.17)، وأشير إلى التأخير الحاصل في F_1 نسبة إلى بداية F_2 بنقصان F_1 . وتطلب المستمعون مريداً من نقصان F_1 حتى سمعوا N بدلاً من $N/2$ يفوق النقصان الذي احتاجوه حتى سمعوا $N/4$. وبعد ذلك اهتم الباحثون بمعرفة هل كانت استجابة وعدم الجهر عند المستمعين كاملة في التأخير وحده أو أن N قد بدأ بتردد أعلى في استجابة «عدم الجهر» وأبقى

الناحثون كل شيء على ما هو، وصمموا شريطاً سماعياً تكون التعيرات فيه في تأخير F_1 فحسب، ووجدوا أن التأخير وحده كافٍ لإدراك ثَمِير مجهور - عبر مجهور بحيث يكون الحد بين $/d/$ و $/v/$ حوالي 20 - 30 ميلي - ثانية من التأخير في F_1 .



الشكل 5.17

أشباط مصطنعة تختلف في حجم تصعيف F_1 (التشكيل الموحى الأول) يصمم النمط في الراوية العليا اليسرى وصيب جهر يبدأ التشكيل الموحى المميز الأول والثاني والثالث في زمن واحد في نمط «0» في حين تتأخر بداية F_1 في الأنماط المتتالية، في ميلسيكندر، من خلال الزمن المميز فوق النمط

ولم تقدم صرصاء **Aspiration** نفسها دليلاً كافياً على أصوات الوقف غير المجهورة، لكنه عندما أصبحت هذه الصرصاء إلى التشكيلات الموجية المميزة العليا في المؤثرات مع تحفيز في التشكيل الموحى المميز الأول، تكون لدى المستمعين انطباع عن عدم الجهر أقوى كثيراً من ذلك الانطباع الذي حصلوا عليه عندما خُفّض التشكيل الموحى المميز الأول وحده. يلخص الشكل (5.18) أطراف قارئة النمط التي نتج عنها تمبيرات إدراكية في مكان السطق، وأسلوب السطق والجهر في أصوات الوقف والأصوات الأنمية

		مكان النطق		
		PLACE OF ARTICULATION		
أسلوب النطق	وقف	أعامي	متوسط	حلقي
	وقف - غير مجهور	ba	da	ga
	وقف - مجهور	pa	ta	ka
أنجي	NASALS	ma	na	ŋa

الشكل 5.16 مخطط توصيفي يظهر أنماطاً مركبة (مصطنعة) لصوامت تختلف في مكان النطق وطريقته

يشير ليسكر «Lisker» وأبرامسن «Abramson» إلى أن النتائج السمعية لاختلافات التوقيت بين الأحداث البلعومية وفوق البلعومية تعمل كمركب بوصفها مركباً من الدلائل على جهر أصوات الوقف عندما تقع في مكان استهلاكي في العديد من اللغات. يسمع متكلمو الإنجليزية أصوات الوقف مجهورة إن كان *Vot* قصيراً ويسمعونها غير مجهورة إن زاد عن 25 ميلي - ثانية في أصوات الوقف الشفوية، و 40 ميلي - ثانية في أصوات الوقف الحلقية. لاحظ أنه على قدر ابتعاد مكان نطق صوت الوقف إلى الخلف في التجويف الفمي يحتاج المستمعون إلى *Vot* أطول كي يسمعوها على أنه صوت وقف غير مجهور.

لقد ذكر وجود الصمت بوصفه دليلاً سمعياً في أصوات الوقف، وسيبب إدخال صمت بين /s/ و /l/ في «Slit» إلى أن تسمع بوصفها «Split». تقوم اختلافات

مدة الصمت في بعض الأحيان بوظيفة دليل للتمييز بين المجهور - غير المجهور يمكن تركيب كلمة «rabid» بمدة صمت قصيرة، ولكن عندما تزيد مدة الصمت فوق 70 ميلي - ثانية يسمع المستمعون «rapid»

وأخيراً يستخدم المستمعون مدة الصائت المتصلة بمدة الصامت الأخير في محاولة الحكم على إمكانية كون الصامت الأخير مجهوراً. واستخدم راهائيل «Raphael» تكيك قارئة النمط في اختبار إدراك المستمعون للفروق أو التمييزات الجهرية في عدة صوامت هائية وتجميعات صوامت بما في ذلك أصوات الوقف. ووجد أن الصوامت القصيرة الأمد غالباً ما فهمت بوصفها متنوعة بصامت غير مجهور «Burke»، بينما أثارت الصوائت الطويلة الأمد إدراك صوامت هائية مجهورة («Berg») ويشير راهائيل إلى أن متكلمي الإنجليزية الأمريكية لا يطلقون دائماً أصوات الوقف النهائية، مما يجعل أمد الصائت، السابق، من حيث المبدأ، دليلاً سمعياً مهماً.

والخلاصة أن هناك دلائل سمعية يستخدمها المستمعون في تقرير طريقة أصوات الوقف ومكانها وجهرها، وتؤدي مدة الصمت، والدفقة الهوائية وتحويلات التشكيل الموجي المميز السريعة نسبياً وظيفية دلائل سمعية على طريقة نطق صوت الوقف. أما دلائل مكان النطق السمعية فهي تردد الدفقة المتصلة بالصائت، وتحويلات التشكيلات الموجية المميزة، وخاصة F_2 أما في المقارنة بين المجهور - وغير المجهور فيستخدم المستمعون عدة دلائل القصيب الجهري. والتنفس وتأخير F_1 ، وفترة الصمت، وفترة الصائت السابق، والواضح أن بعض هذه الدلائل السمعية يشأ عن الحدث النطقي نفسه أي Vot ، فهي سبيل المثال تمثل $Aspiration$ المترايدة ومقصان F_1 متلازمين سمعيين لـ Vot متزايد. ويبدو أن المستمعين يتحددون قراراتهم بشأن مكان النطق اعتماداً على أعماط التردد ويتحدون قراراتهم بشأن الجهر بناءً على أعماط الترامن أو التوقيت.

الإحتكاكيات وأصوات الوقف - الإحتكاكية Fricatives And

لقد نوقشت الإحتكاكيات السمعية بنوع من الإسهاف في الفصل الرابع، تتألف الإحتكاكيات، عندما تقع في الكلام الطبيعي، من احتكاك أو قسم تشويش ومن أقسام ملاصقة وهي تحولات من الصوائت المجاورة وإليها. وفي صيل تقدير الأهمية النسبية للدلائل التحولات والتشويش أزال هارس أقسام التشويش عن الأقسام الصائنة في مقاطع مؤلفة من إحتكاكي - صائت، وأعاد تركيب المقاطع في اختبارات السمع بواسطة لصق المقاطع ثانية وكانت المقاطع التي استخدمت في القسم الأول من التجربة /FV/، /θV/، /sV/ و /ʃV/ وقد ركب القسم التشويشي من كل مقطع مع كافة الأقسام الصائنة واستخدمت مرسمة تذبذبات في تحديد نقطة الفصل بالإضافة إلى سماع التبدل من القسم ذي التردد التشويشي العالي إلى القسم الصائت ذي الشدة المرتفعة والتردد المنخفض. وابتعت الإجراءات نفسها لإراء كل من الإحتكاكيات قبل الصوائت /θ/، /s/، /ʃ/ و /V/ وتم إجراء اختبار سمعي آخر خاص بالإحتكاكيات المجهورة /V/، /y/، /ɥ/ و /z/.

وكانت النتائج واحدة بغض النظر عن الصائت المعين المستخدم وكلما ركب القسم التشويشي في /θ/ أو /ʃ/ مع قسم صائت، أقر المستمعون أنهم سمعوا /θ/ أو /ʃ/ على التوالي. بينما اعتمدت أحكام المستمعين على /F/ و /z/ على القسم الصائت وقد أدرك الإحتكاكيات المجهورة /V/ و /z/ إدراكاً تاماً من خلال دلائلها الإحتكاكية تماماً مثل قريبتها غير المجهورين. بينما أدرك /V/ و /ʃ/ على نحو أقل ثباتاً وأكر اعتماداً على الأقسام الصائنة.

ووجد ميلر وديسلي أن /V/ و /y/ من أكثر الأصوات الكلامية إرباكاً للمستمعين عندما يضاف التشويش إلى المؤثر أو المسه وتفسر الشدة المحفزة في /θ/، /ʃ/، /F/ و /V/ الصعوبة التي يلقاها المستمعون في تحديدهم (الإحتكاكيات الالهة الذكر) من دون السياق

وهكذا نجد أن الإحتكاكيات بوصفها مجموعة تتميز بامتلاكها تشويشاً مستمراً، ومكوناً لا دورياً، ويبدو أن المستمعين يقسمون هذه المجموعة على مجموعتين بناءً على درجة الشدة السنية: الإحتكاكيات الصغيرة ذات الشدة المرتفعة وهي /z/، /ʒ/، /s/ والإحتكاكيات ذات الشدة المنخفضة وهي /θ/، /ʃ/، /f/، /v/. ويمكن تقسيم الإحتكاكيات الصغيرة وفقاً لمكان النطق على مدأ الشدة النسبية على الإحتكاكيات السنية /s/ و /z/ ذات التردد المرتفع عادةً، والتي تحصل فيها أول قمة طبيعية عند 4000 «هرتز» والإحتكاكيات الحسية /ʃ/ و /ʒ/ التي تحصل أول قمة طبيعية فيها عند 2500 «هرتز» وتشير دراسة هارس إلى أن المستمعين يحتاجون إلى دلائل التشويش بالإضافة إلى التحولات في الصوائث المجاورة كي يقرروا مكان نطق الإحتكاكي اللساني - السني /θ/ والإحتكاكي السني - الشفوي /v/

ويبقى وجود القصيب الجهري، والتردد المنخفض للاهتزاز المرماري دليلين هامين جداً في التقاط الجهر في الإحتكاكيات، لكنه يمكن للمستمعين أن يدلوا بأحكام حول احتكاكي يقع في مقطع نهائي معتمدين على مدته نسبة إلى مدة الصائت السابق. واستخدم ديس (Denis) تقنيات لصق الشرائط في تبديل مواقع الإحتكاكيات النهائية في «use» /ʊs/ و «touse» /ʊz/. وأثناء تمييز التبديل قصير /s/ الطويلة عادةً، وطولاً /z/. وقد سمعت /s/ المأخوذة من /ʊs/ كـ /z/ عندما أُلصقت بنهاية /ʊs/ المأخوذة من /ʊz/ بسبب /ʊ/ الطويلة قبل الصوائت المجهورة والتي تكون قصيرة قبل الصوائت غير المجهورة وعلى العكس، سمعت /z/ المأخوذة من /ʊz/ كـ /s/ عندما أُلصقت، وراء /ʊ/ القصيرة وهكذا، فقد أظهرت دراسة ديس أن المستمعين لا يعتمدون على مدة الصائت وحده دليلاً على جهر الإحتكاكي الواقع في نهاية الكلمة، بل يعتمدون على مدد الصائت السنية والإحتكاكي معاً

وبما أن أصوات الوقف - الإحتكاكية هي أصوات وقف بتحرير صوت احتكاكي فإنها تحتوي على الدلائل السمعية الموروثة في أصوات الوقف والأصوات الإحتكاكية ويُعتقد أن المستمعين يستجدمون الصمت، والدقة، والتشويش كافة. وقد بذل رافائيل ودورمان (Dorman) مدة الإحتكاك، ومدة الإغلاق (الإسداد) ووقت الصجيج الصاعد في ألفاظ مثل «ditch» /dɪʃ/ و «ditch» /dɪʃ/ ووجدوا أنه يمكن استدال

دلائل أحدها بدلائل الآخر فعلى سبيل المثال - سنسمع /r/ طويلة كأنها /dɪr/ على لرعم من زيادة في الفاصل الصامت (مدة الإنسداد) التي هي عادة دليل لـ /dɪr/ ويقول ثانية هنا إن الدلائل نسبية، أي مسبوقة بعضها إلى بعضها الآخر

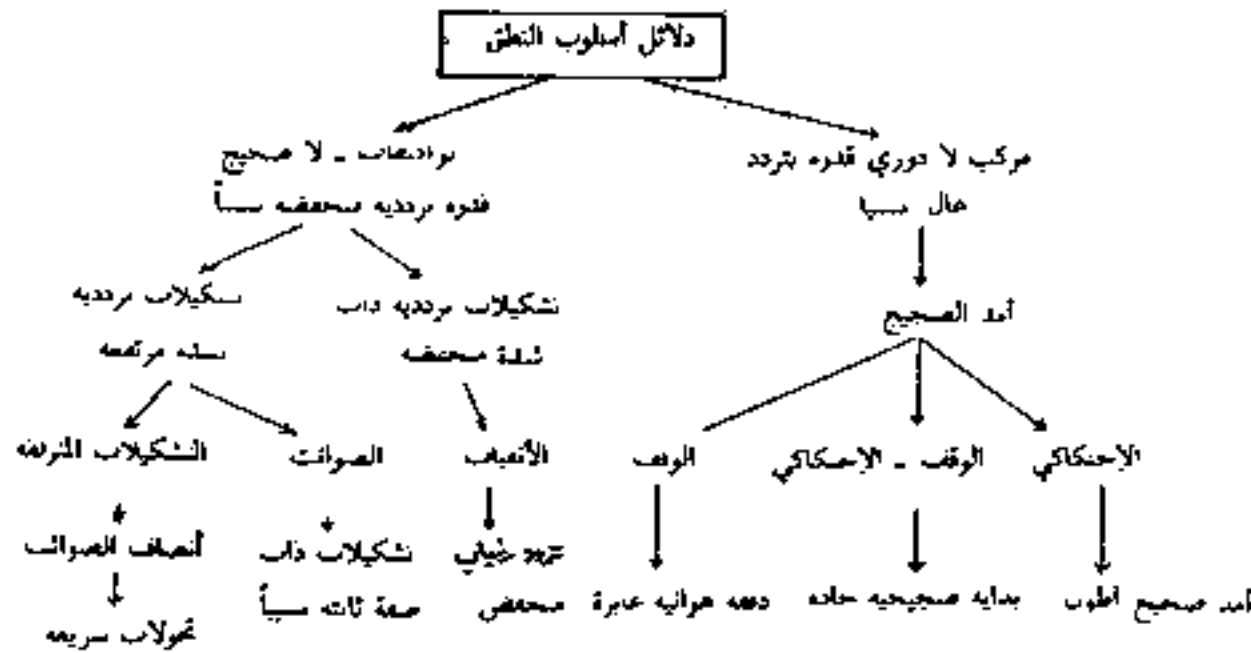
دلائل للأسلوب والمكان والجره Cues For Manner, Place And Voicing

ربما كان مفيداً في تلخيص عرارة الدلائل السمعية المهمة في إدراك جرثيات الكلام أن نعيد باحتصار، من خلال تقسيم الدلائل، الدلائل المهمة في إدراك الأسلوب، ومكان النطق والجره ولكي يحدد المستمعون أسلوب نطق صوت كلامي يقررون ما إذا كان ذلك الصوت مركباً توافقياً نوعاً صحيح مرافق (وهذا يميز الصوائت، وأنصاف الصوائت أو الأصوات الأنفية) أم أن الصوت يحتوي على مركب لا دوري (وهذا يميز أيضاً أصوات الوقف، والإحتكاكيات وأصوات الوقف - الإحتكاكية) تقدم الأنصاف الصوتية الدورية المركبة توافقياً دلائل سمعية، في مناطق القدرة، ذات ترددات منخفضة نسبياً، وبالمقابل يُستدل على الأنصاف اللادورية ذات الصحيح بقدرة عالية التردد نسبياً

كيف يميز المستمعون بين الأصوات المركبة توافقياً من الصوائت، وأنصاف الصوائت والأصوات الأنفية؟ إن الدلائل السمعية الرئيسة المتوافرة بشأن أسلوب النطق تتمثل في شدة التشكيلات الموجية المميزة السنية، وتغيراتها الترددية. تتميز التشكيلات الموجية المميزة في الأصوات الأنفية عن تلك الموجودة في الصوائت وأنصاف الصوائت شدة تنخفض على نحو مفاجئ. وبالإضافة إلى ذلك، هناك رنين ذو تردد منخفض أي الدممة الأنفية. تمتلك أنصاف الصوائت تشكيلات موجية مميزة ترتق في السياق من تردد إلى آخر مقارنة مع الحالة الثابتة نسبياً للصوائت والأصوات الأنفية وتترلق بعض الصوائت الثنائية مثل كل نصف صائت لكن المترلقات يكون أسرع في تغيراتها من أنصاف الصوائت على الجملة

أما الدلائل السمعية الخاصة بطريقة نطق مجموعة الأصوات التي تتميز بمركب لا

دوري أي . أصوات الوقف، والإحتكاكيات، وأصوات الوقف - الإحتكاكية فهي مدة الضجيج التي تكون عابرة عادة أو قصيرة جداً في أصوات الوقف، وتستمر مدة أطول في الوقف - الإحتكاكي، وتستغرق أطول أمد في الإحتكاكيات ويظهر الشكل (5.19) الذي يلخص الدلائل السمعية لأسلوب النطق كل المتغيرات الصوتية الهامة وتكمم مقارنات الدلائل السمعية لأسلوب النطق في التردد النسبي، والشدة والتوقيت



الشكل 5.19: ملخص دلائل أسلوب النطق

تعتمد الدلائل السمعية لمكان النطق على متحول صوتي يعينه التردد. فهي الصوائت وأنصاف الصوائت، تؤدي علاقات التشكيلات بلوحية المميرة، كما رأينا، وظيفة الإشارة إلى موقع اللسان، وفتحة الفم، وطول المجرى الصوتي ويعكس تحديد الصائت في الفراغ السمعي لـ F_1 F_2 حيث يشير تردد التشكيل الموجي الأول إلى ارتفاع اللسان أو درجة انفتاح الفم، بينما يشير التشكيل الموجي الثاني إلى مكان الاقتراب الأعظمي للسان مع جدران المجرى الصوتي. ويعكس إصدار أنصاف

الصوائت أساساً في تعيرات F_2 الترددية ويبدأ نصف الصائت $/v/$ بأعلى F_2 وتقع $/r/$ و $/l/$ في الترددات الوسطي، بينما تتميز $/m/$ بتردد منخفض نسبياً، يؤدي F_3 وطبيعة مقارنة نتائج موقع قمة اللسان السمعية في $/r/$ و $/l/$

وهناك دليلان سمعيان يلوران للدلالة على مكان إصدار أصوات الوقف، والإحتكاكيات، وأصوات الوقف - الإحتكاكية. وهما: تحولات F_2 نحو الصوائت المجاورة، وتردد مكوبات الصحيح، الشكل (5.20) ويمكن القول عن الجملة، يُدرك تحول في التشكيل الثاني بموقع محفص على أنه صوت شهوي، وعموقع أعلى على أنه سحي، وبمواقع مختلفة تعتمد على الصائت، على أنه حكي أو حلقي، وسنستخدم تحول التشكيل الموجي الثاني للدلالة على الفرق بين الإحتكاكيات السية - الشعوية واللسانية - السية أيضاً

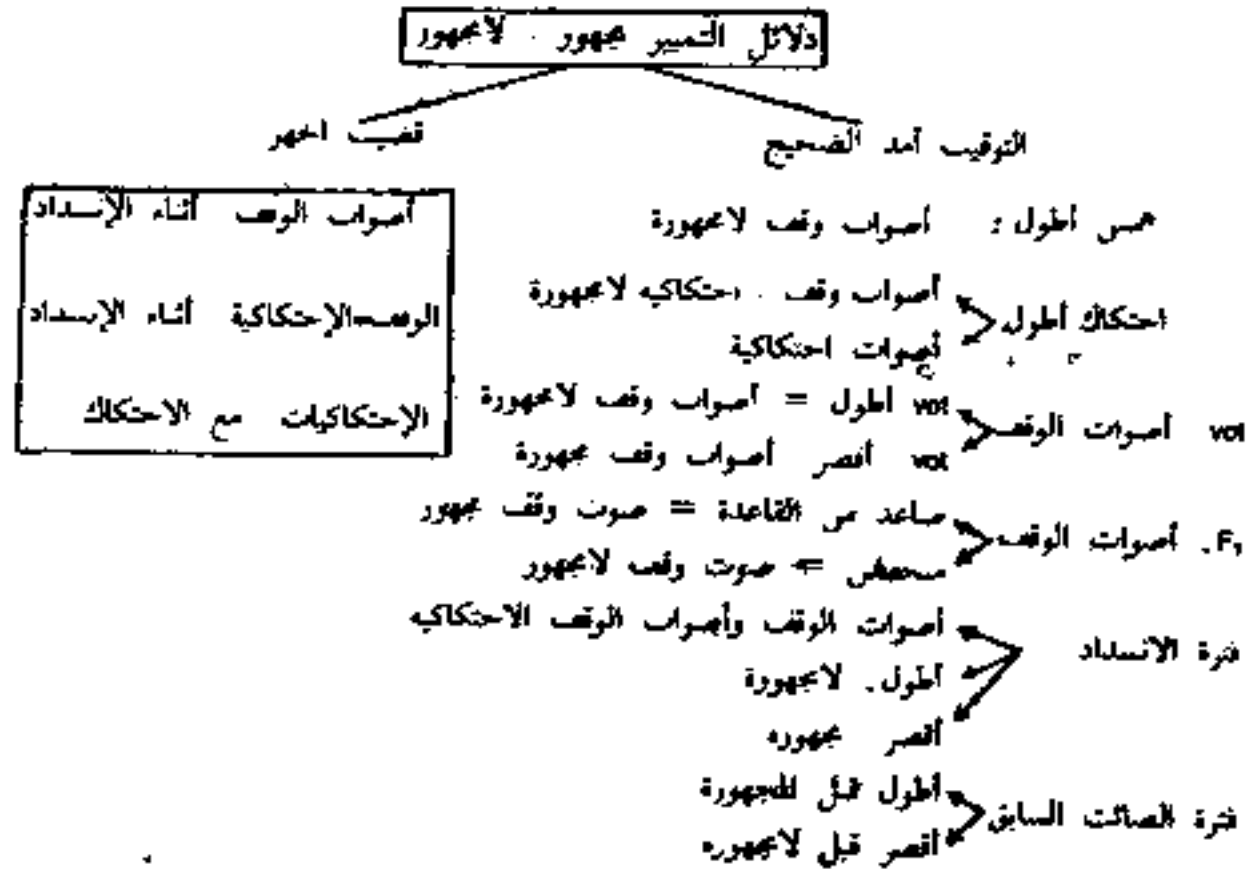
دلائل مكان النطق

نوع التشكيل						
تحولات F_2			نوع التشكيل		نوع التشكيل	
نوع التشكيل			نوع التشكيل		نوع التشكيل	
الصوائت	نصف الصوائت	وقف	إحتكاكي	وقف	إحتكاكي	وقف
مقارنة F_2 - F_3	F_2 مرتفع = h	مرتفع = سني	ضعيف	مرتفع سني	مرتفع h	منخفض شعوي
F_2 مرتفع = صائت انساني	F_2 متوسط = l, r	منخفض = شعوي	m و n		منخفض h	مرتفع سني
F_2 منخفض = صائت حلقي	F_2 منخفض = h	مرتفع = سني	خافتة h		مرتفع h	منخفض شعوي
F_2 مرتفع = صائت شعوي	F_2 منخفض = h	منخفض = سني	مرتفع h		منخفض h	مرتفع سني
F_2 منخفض = صائت شعوي	F_2 مرتفع = h	مرتفع = سني	منخفض h		مرتفع h	منخفض شعوي

الشكل 5.20 ملخص دلائل مكان النطق

يشير تردد الضجيج نفسه إلى الطق، ويكون التردد المنخفض المنفصل عن ضجيج احتكاك /s/ غالباً فوق 4000 «هرتز» بينما يكون في ' / المتراخعة إلى الخلف كثيراً حوالي 2500 «هرتز» على الأغلب. أما إذا غطى الاحتكاك طبقة واسعة من الترددات، فيكون على الأرجح /f/، /θ/ أو /v/. يشير تردد الضوضاء إلى مكان الطق حتى لو كان قصيراً للغاية كما «، الحالة في أصوات الوقف أو أصوات الوقف - الاحتكاكية حيث تكون مواقع الترددات مشابهة لتلك المعكنة في تحولات F_2

وأخيراً، تعتمد الدلائل السمعية لأجهزة الصوامت على الآماد السببية، وتوقيت الحوادث أكثر من اعتمادها على التردد أو الفروق في الشدة، وهناك استثناء واحد هو دليل وجود قصيب الجهر أو عيابه. إن صوت الجهر الدوري المنعكس في قصيب الجهر هو نفسه مهم، لكن حقيقة قدرتك على فهم «The tie is blue» و «The dye is blue» وإدراكك عميراً متعلقاً بالخبرة على الرغم من غياب ذبذبة الحبال الصوتية، يشير إلى أن التوقيت دليل مهم في إدراك فرق المجهور - اللاجهور في عدة طرق مختلفة (انظر الخلاصة في الشكل 5.21)



الشكل 5.21 - ملخص دلائل تمييز مجهور - لامجهور.

يدرك المستمعون الأمد الطويل نسبياً لمدة الإنسداد (السكون قبل الدفقة) وفي
 الخمس (الضوضاء التي تسع الدفقة) أو الوقت الذي بين الدفقة وبداية جهر الصائت
 اللاحق بوصفها دلائل على القرائن غير المجهورة /p/، /t/ أو /k/، أما /b/، /d/ و /g/ و
 المجهورة فتدرك عندما يمتلك المؤثر أمد إغلاق قصير نسبياً، وخمس ما بين الدفقة
 ومستهل الجهر وتأخيرهما. ويستج عن تخفيض التشكيل الموجي الأول في الكلام
 المركب، وإبقاء كل الأشياء الأخرى على ما هي في محاولة لتقليد الخمس والحصول على
 تأخيرات في بداية الجهر، إدراك لأصوات الوقف غير المجهورة. وهكذا، فإن مقطعاً
 مصطنعاً مؤلفاً من صوت وقف - وصائت ب - F_1 صاعد من الخط القاعدي يفهم على
 أنه مجهور.

تدرك الإحتكاكيات وأصوات الوقف - الإحتكاكية على أنها غير مجهورة عندما
 يكون الإحتكاك طويلاً نسبياً. وفي حالة أصوات الوقف - الإحتكاكية، عندما يكون
 أمد الإغلاق طويلاً نسبياً أيضاً. وأخيراً، يمكن لأمد الصائت قبل الصائت الأخير أن
 يكون دليلاً لإدراك الإحتكاكات في الجهر؛ حيث تدرك الصوائت ذات الأمد الطويلة
 نسبياً على أنها متبوعة بصوائت مجهورة، وتدرك الصوائت القصيرة الفترة على أنها
 متبوعة بصوائت غير مجهورة.

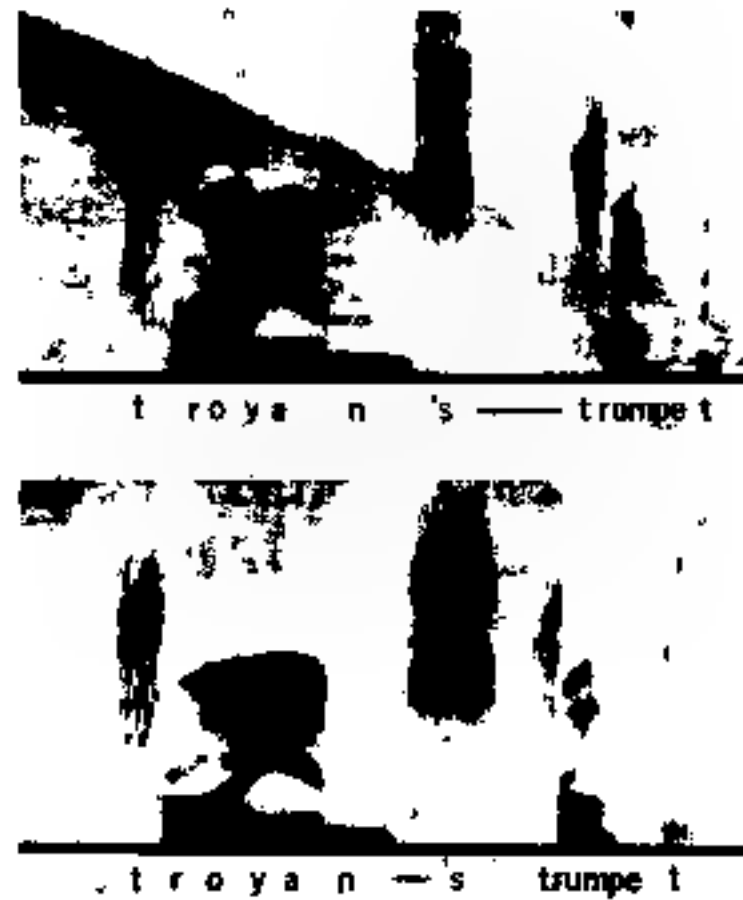
Suprasegmental

الفوقطعية

لا يعرف أحد الآلية التي يستخدمها المستمعون في اقتفاء أثر التردد الأساسي،
 ومن ثم إدراك تغيرات جهرية في F_0 نسميها التنغيم. هل يحفظ المستمعون بمستوى
 جارٍ من (التقاطع الصعري Zero - crossing في الوحدة الواحدة الزمنية؟ هل
 يسمعون المخرج العام لمجموعة من التوافقيات؟ لأنّ من أنهم يفعلون شيئاً من
 هذا القبيل لأن المستمعين يدركون التردد الأساسي المناسب، حتى لو كان عائناً
 طالما أنهم يستطيعون سماع البناء التوافقي الشكل من مضاعفات هذا التردد
 الأساسي ومن المعوم أنه لو قدم لمتكلمي (الإنجليزية والسويدية أيضاً) مادة
 كلامية مبهمّة فإنهم سيدركون نمط النغمة المساعدة على أنه سؤال، ونمط النغمة
 الهائلة على أنه جملة إخبارية

ولمهم السمة الإيقاعية البيرة (Permit versus Permit) يبدو أن المستمعين يستعملون التردد، والشدة، والفترة بوصفها دلائل إدراكية، وإنّ واحد منها هو دليل قوي قائم بنفسه، وقد أوضح فراي (Fry) أن التردد الأساسي هو دليل السمة الأساسي

يمكن الاستدلال على السمة الإيقاعية Juncture (التي تعلم الفرق بين «anama» و «anaim») بواسطة السكون، وإطالة الصائت أو بسمات مثل حصور الجهور أو الهمس. إننا نود ذكر مثال امتشهد به داروين (Darwin) من مسرحية شكسبير «Troilus And Cressida» حيث صرخ الحشد: «The Troyans Trumpet» التي لو أعطيت فصلاً غير مناسب من خلال إطالة فترة احتكاك /s/ في «Troyans» وتقليل الهمس في /v/ في بداية «Trumpet» لبدا كأن الحشد يعلن حصور موسم باردة. انظر الشكل (5.22)



الشكل 5.22 صور طيفية لـ «Troyans' Trumpet» و «Trojan Strumpet»

Context Dependence

الإعتماد على السياق

تبدو أهمية السياق واضحة في إدراك الكلام في استعادة كل من المعلومات القطعية وفوق القطعية وإحدى الكلمات التي نجد أنفسنا نكتبها تكرر في هذا الفصل هي «يتصل ب» إن أهمية التردد الأساسي في فهم السورة تكمن في أنه يميل إلى أن يكون أعلى في المقطع المنبور أو الكلمة المنسورة مقارنة بالمقاطع أو الكلمات المجاورة. وعلى نحو مماثل، لا تحتاج التشكيلات الموحية المعبرة أن تكون ضمن ترددات معينة لكي تميز على أنها صوائت، ولكن يجب أن يتصل كل بالآخر بعلاقة محددة، وأكثر من ذلك، يجب أن تدرك وفق علاقتها بترددات بعض أجزاء الكلام التي تُطق بها من المجرى الصوتي نفسه حتى يمكن تحديدها بدقة.

إن صنع أجهزة تقرأ الكلام المكتوب أسهل من صنع أجهزة تميزه؛ لأن الأحرف في الشكل المكتوب أو المطبوع هي مفردات مستقلة منعصلة يمكن تحديدها على نحو متعزل، وبعد ذلك تحدد على أنها كلمة. فالأحرف T.A.P هي جرثيات ولا تتميز، لذا يمكن لـ T أن تظهر في شكل 1. أنماط تتميز بحجمها، إلا أنها دائماً تقريباً على شكل خط عمودي يتصل بالخط الذي يليه. قرب قمته تقريباً. وأنه من الصعب صنع جهاز يميز الصوت لأن الصوت في [tap] يتغير باستمرار، ولذلك فهو ليس مجرد كما هي الحال في كلمة TAP. الدلائل السمعة الملهمة في تغيير /v/ هو التحول في القسم الأول من الصائت [æ] بينما يروود التحول في قسم [æ] الأخير المستمع بمعلومات حول /v/ اللاحقة، وهكذا، نرى أن الإنسان يتصرف في فهم الأصوات الكلامية على نحو مختلف تماماً عن أي جهاز لتمييز الأصوات يعمل وفق قاعدة التدرج.

وعالياً ما يسأل ليرمان سؤالاً يتعلق بسحته في إدراك الكلام وهو: لماذا يفهم الناس الكلام على نحو أكثر سهولة مما يقرؤون؟ يجده الناس الكلام سهلاً وطبيعياً، ومع ذلك يكون من الأسهل تصميم جهاز يقرأ الكتابة دون تمييز الكلام. وربما كانت الحال أنه عندما نتعلم كيف نتكلم ونفهم الكلام، فالكلام متشارك النطق طبيعياً ناتج عن غلط دائم التغير لا يمكن تجربته بسهولة، ونفهمه أيضاً على أنه حدث ديناميكي

متشابه إن حدة فكرة العويس وسيلة لعوية مفيدة في تركيب هجائية أو في وصف لغة ما، إلا أنها رائعة وبعيدة خطوة كاملة من تدفق الكلام نفسه يجب تعلم العونيمات الأكثر تجريداً بوصفها جزءاً من نظام مفروض على الكلام ومن ثم أكثر صعوبة في حوهره

إن الأجراء الثاثة مناسبة للأجهزة على أية حال تتعامل الحواسيب مع معلومات مستمرة من خلال عدّها، وتجزئتها، وتعييها بأرقام وتكون الأمحية التي على هذا النحو أسهل للتعامل مع الحمار من الكلام ذي الأصوات المتشاككة المتداخلة. لكن الدماغ الإنساني حير ماهر في رؤية العلاقق وسماعها وإيجاد الأعاط، والتكيف مع التعبير وستتجمع المفردات في مجموعات وأصناف فيما ستاقتشه في الفقرة التالية

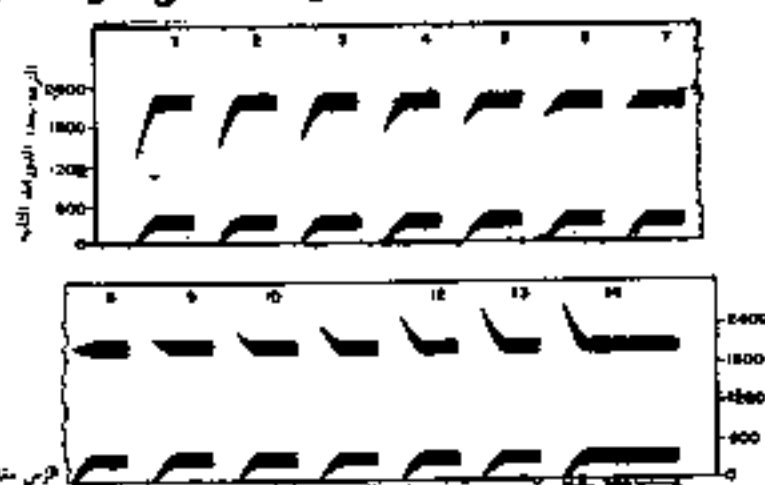
Categorical Perception

الإدراك التصنيفي

وجد الباحثون في البحث عن الأحداث السمعية الكلامية الهامة خاصة عند المستمعين أنه يتج عن تحول متدرج في F_2 ، احتوى على ثلاثة عشر تحولاً مختلفاً أو أكثر، إدراك ثلاثة أصوات كلامية فقط. فعلى سبيل المثال؛ عندما سمع من حصع للتحرة /ba/ كانت المؤثرات تمتلك أكثر التحولات صعوداً وبعد ذلك، وعندما بدأت حدة التحولات تنحف، أو حتى عندما بدأت بالهبوط فإنهم بدؤوا يسمعون على نحو معاجيء /da/، وأخيراً سمعوا /ga/ في نهاية التحول الهابط من التسلسل وعندما طلب إلى المستمعين أن يميزوا بين المفردات على طول خط التسلسل، لم يكونوا قادرين على فعل ذلك إلا عندما ميروا أو حدّدوا المفردات على نحو مختلف وتسمى هذه الظاهرة، ظاهرة المقدرة على تمييز ما يمكن تحديده فحسب، - «الإدراك التصنيفي»
سقدم تفاصيل دراسة واحدة عن الإدراك التصنيفي بوصفها مثالاً يوضح كيفية إجراء مثل هذه الدراسات

هناك مركبان أساسيان في دراسة الإدراك التصنيفي في الكلام، يجمع الناس الأصوات الكلامية وفقاً للطرق التي يختارونها لتحديدّها أو التعرف إليها، وأيضاً وفقاً للطرق التي يستخدمونها للتمييز بينها وقد استخدمت دراسة ليرمان، وهارس،

وهوفمان وجرفيت «Lieberman, Harris, Hoffman & Griffith» طبع في عام 1957
 أنموذجاً يقتضي في العديد من الدراسات حول الإدراك التصنيفي منذ ذلك الحين ومن
 أجل تحكم دقيق في التردد، والشدة والعزلة، فقد قدمت المؤثرات، في البداية، من
 كلام مركب على قارئة النمط. وقدم أربعة عشر صائناً، كلٌّ منه مؤلف من تشكيلين
 موجيين عميرين، ويختلف كلٌّ منها عن غيره أيضاً باتجاه تحول التشكيل الموجي الثاني
 ومداه. وقد شكّل تحول F_2 الصاعد بسرعة والضروري لهمم /v/ جيدة المؤثر الأول،
 بينما شكّل تحول F_2 الهابط بسرعة والضروري لهمم /g/ جيدة المؤثر الأخير، وشكل
 المؤثر الأوسط من خلال ريادة التردد الأولي في تحول F_2 بكميات متساوية تقدر الواحدة
 بـ 120 «هرتز» كما هو واضح في الشكل (5.23). وبعد تسجيل المؤثرات على شريط
 مغناطيسي، قام الباحثون بنسخ الشريط ثم قطعه ولصقه، متحين بذلك نوعين من
 الاختبارات السمعية مؤلفة من عدة مؤثرات عشوائية. وأحد هذين الاختبارين هو
 اختبار التحديد، الذي يتقدم به كلٌّ مفردة على حدة من أجل التحديد. أما النوع
 الثاني فهو اختبار التمييز، وفي هذه الحالة ترتب المؤثرات بترتيب ABX، وهنا يسمع
 المستمعون واحد من أربعة عشر مؤثراً من فئة (A) وبعده مؤثراً مختلفاً (B) متبوعاً
 بـ (X) الذي هو مثل واحد من الاثنين السابقين. ومهمة من يحضج للتجربة، بعد
 سماعه كلِّ ثلاثي من المؤثرات، أن يقرر ما إن كانت (X) مثل (A) أو (B) وكان مقياس
 التمييز في هذا الاختبار هو نسبة مساواة التساوي الصحيح لـ (X) مع نظيره المكافئ في
 زوج (AB) كان المؤثر غير المكافئ بعيداً بمقدار درجة واحدة عن (X) وأحياناً كان بمقدار
 درجتين أو ثلاث، أو حتى مفردات بعيدة على التسلسل المؤلف من أربع عشرة درجة

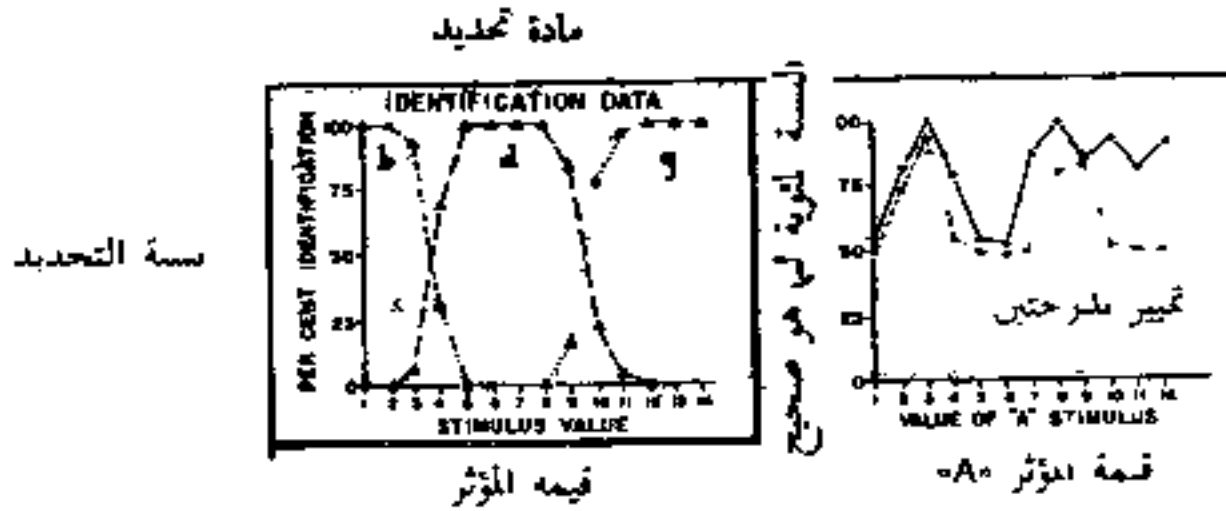


الشكل 5.23 سلسلة صائت - صائت مصطعة مؤلفة من تشكيلين موجيين عميرين
 المؤثرات لـ /ba/، /da/ و /ga/

وقد أُجري الإختبار في البداية على عناصر لم تُعلم من قبل بطبيعة الدراسة، ولم تُعلم أيضاً بأن المؤثرات هي أصوات كلامية مصطنعة أو مركبة. وبعد عدة دورات من الإختبارات، أُخبر من أخضع للتجربة بطبيعة المؤثرات وقُدّم لهم إختبار التحديد من أجل التحديد أو تعيين الماهية ولم يقدم الباحثون أية خيارات جوابية. وبعد عدة دورات أخرى، طُلب من أخضع للتجربة أن يحدد المؤثرات كـ (/g/ /d/ /b/)، ومثل ذلك حددت خيارات من حصص للتجربة. ومن هذه النقطة وما تلاها. قُدّم إختبار التحديد أولاً متبوعاً بإختبار التمييز ولأنه لا يوجد تفصيل واضح بين إختبارات التمييز التي أعطيت قبل التعليمات وبعدها لتحديد مؤثرات إختبار التحديد كـ (/g/ /d/ /b/) فقد جمعت نتائج هذه الإختبارات معاً، ولأنّ استجابة معظم من حصص للتجربة كانت أيضاً /b/، /d/ أو /g/ في إختبار التحديد منذ البداية، حتى قبل أن يبحروا بأن هذه المؤثرات هي كلام مصطنع، وبطلب منهم أن يختاروا واحداً من ثلاثة الصوائت السابقة، فقد استخدم الخيار الإجباري، على الحملة، في بحوث الإدراك التصنيفي اللاحقة

يظهر الشكل (5.24) نتائج لإختبار تحديد، ونتائج إختبار تمييز من درجتين عند شخص واحد. وقد بلغت نسبة تمييزه لاثنتين وثلاثين عرضاً من المؤثر الأول لـ 100% /b/؛ بينما حكم على المؤثر الثالث غالباً بوصفه /b/، وحكم على المؤثر الرابع على أنه /d/ وحكم على المؤثرات من 5 - 8، على نحو قاطع. على أنها /d/؛ وحكم على المؤثرات الأخيرة على أنها /g/. وتشير الدالة الرياضية، كما هي معية في الشكل، إلى حد إدراكي يقع بين المؤثرين الثالث والرابع، وحد إدراكي حاد آخر بين /d/ و /g/ يحدث بين المؤثرين التاسع والعاشر، وكذا تمثل الدالة التمييزية للشخص نفسه، كما هو موضح في الشكل (5.24)، نسبة الإستجابات الصحيحة لثلاثيات ABX البالغة اثنين وأربعين، والتي كانت تعضل فيها (A) عن (B) بطريقتين في سلسلة المؤثر وتُثل النقاط عند مستوى 50% من مستوى ما هو صحيح بمجرد تحمينات طبعاً. لاحظ القمتين البالغتين نسبة 100% في الدالة التمييزية. تمثل الفعة الأولى، التي عُميت عند المؤثر الثالث، استجابات هذا الشخص للمؤثرات الثلاثية ABX الواقعة بين المؤثرات 5 - 3. تذكر أن الحد الفوقي عند هذا الشخص بين /b/ و /d/ كله بين المؤثرين

المصطنعين 3 و 4. أي: أنه ذلك القسم من مسلسل المؤثرات الذي يميزه هذا الشخص بدقة كبيرة وكان الفاصل الإدراكي التحديدي بين /d/ و /b/ بين المؤثرين 9 و 10 في سلسلة هذا الشخص وكان التعبير هنا، مرة أخرى، تمييزاً تلمساً بين 8 و 10، وهكذا نحدد أن تميز هذا الشخص هو في قمته عند حدود الفونيمات، ويروي تميزات أقل ضمن سلسلة المؤثرات التي حددت على أنها فونيم محدد.



الشكل 5.24. نتيجة احتمالات التحديد والتمييز، يظهر القسم الأيسر من الشكل نسبة الوقت الذي حدد به كل مؤثر بوصفه /b/، /d/ أو /g/. بينما يظهر القسم الأيمن نتيجة اختبار التمييز بدرجتين مقارنة بتوقعات استمدت من اختبار التحديد باستخدام الطريقة نفسها الموجودة في الدراسة (ليرمان، وهارس، وهوفمان، وجرفيت)

وقدّر الباحثون الدالة التمييزية المتوقعة لكل شخص حصص للتجربة معتمدين على اختباره التحديدي. واحتموا أهمية التاظر بين النتائج المتوقعة ونتائج اختبارات التمييز التي أجروها لكل الأشخاص ووجدوا أنها تناظر كثيراً مع $(P = \leq 0.00)$ في اختبارات ABX الثنائية والثلاثية الدرجات. وكانت نتائج اختبارات التمييز الفعلية، على الرغم من تناظرها القوي مع النتائج المتوقعة من اختبارات التحديد، أفضل من النتائج المتوقعة. وتشير هذه الحقيقة إلى إمكانية استخدام من خصص للتجربة معلومات سمعية بالإضافة إلى المعلومات الصوتية في إصدار أحكامهم التمييزية

ومن المدهش أن الناس الذين يستمعون إلى أصوات شبيهة بالأصوات الكلامية، والتي تتغير بدرجات متساوية وفق بعد سمعي محدد، يمكنهم أن يميزوا بينها على نحو أفضل قليلاً من تحديدها. والحقيقة المعروفة تماماً في السمعية - النفسية أنه يمكن للناس الذين يطلب منهم تحديد طبقة النغم السنية في النغمات المصرفة أن يميزوا حتى 3500 درجة ترددية مختلفة، ولكنهم لا يستطيعون تحديد سوى بضع منها. لا توجد علاقة خطية بين تغير التردد وإدراك طبقة النغم، لأنه يمكن للمستمعين أن يميزوا بين النغمات المنخفضة التردد (50 - 500 هرتز) حالما يجدون اختلافات لا يبلغ سوى جزء صغير من «الهرتز»، أما عند (400) «هرتز» فيحتاج إلى فرق يبلغ حوالي أربعة «هرتزازات» كي يتم التمييز. ورغم أن إدراك درجة النغم غير خطي، فإنه عمل أو وظيفة مستمرة. لا توجد هناك تعبيرات مفاجئة في مقدرة المراهق على التفاضل اختلافات أو فروقات في تغير التردد. وفي ضوء هذه الحقائق نجد أن الانقطاع المطلق في الوظيفة التمييزية الموجود في إدراك الكلام شيء ممتع جداً، وقد أدت إلى ظهور عدة تسؤلات في نطاق بحوث إدراك الكلام.

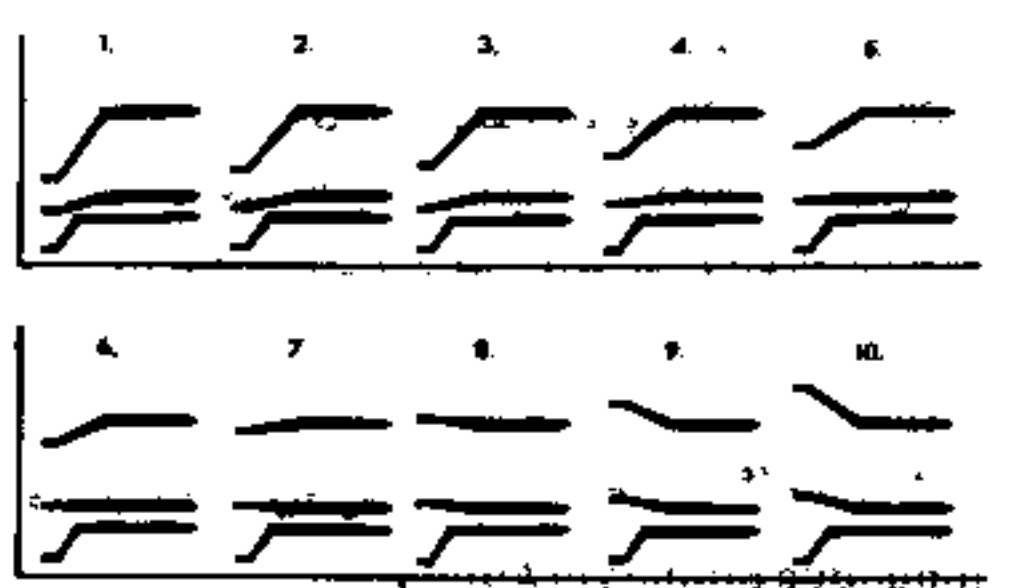
هل يفهم الناس الكلام على نحو مختلف تماماً عن فهمهم لعبارة الكلام؟ هل يفهمون لغة بعض الإدراكات ويصحف بصيغة الآخر؟ هل الإدراك التصيبي فطري أم مكتسب؟ لا نجيب على هذه الأسئلة الأولى بشأن الإدراك التصيبي للكلام عن هذه الأسئلة، لكنها وضحت الظاهرة تماماً، وأثارت الاهتمام بالبحث. المفصل في الإسهامات السمعية واللغوية السنية لهذا التأثير.

دراسات ضمن اللغة وبخارجها Within - Language And Cross - Language Studies In Adults عند الكبار

هناك العديد من الأبعاد السمعية المميزة في الكلام التي يمكن أن تختلف بانتظام أثناء تركيب الكلام في بناء اختلاطات تحديد الأصوات الكلامية وتمييزها، وقد تم تنويع الدلائل السمعية الهامة في أسلوب النطق، مثل فترة تحول F_2 أو وقف ارتفاع شدة الصيغة، على طول تسلسل. وعندما ريدت فترات التحول بدرجات متساوية استجاب المستمعون من دون لبس أو غموض لـ /ba/ وتبعدها /wa/ وأخيراً /ua/،

وتناظرت قسم التمييز مع التخوم بين الأساليب المختلفة لطلق الأصوات الكلامية. ويمكن ترتيب المساحات الضجيجية المثلة للاحتكاك على أنها تختلف باستمرار من صعود مفاجيء إلى صعود متدرج، ويستجيب المستمعون لذلك التغير بقلّة إدراكية مفاجئة من /ʃ/ كما في «Chop» إلى /ʒ/ كما في «Shop».

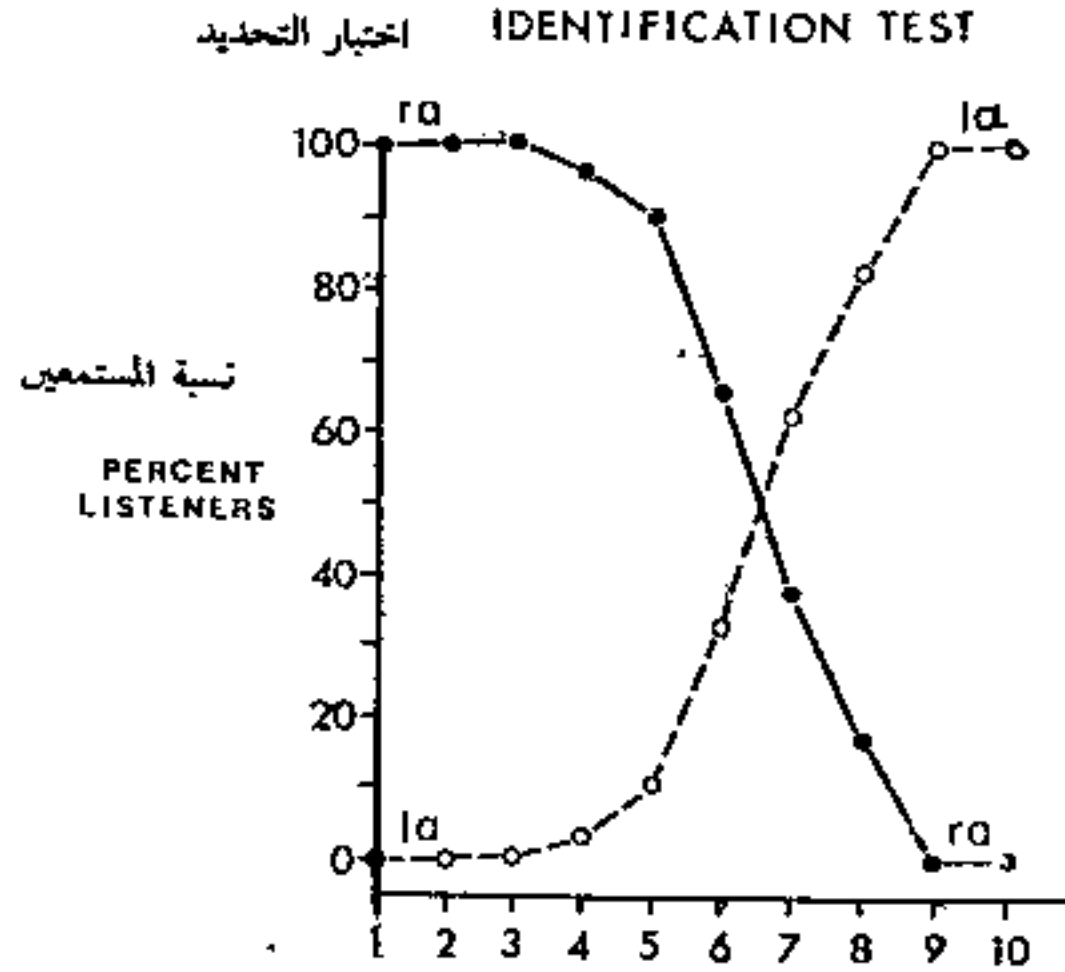
ونوعت الدلائل السمعية الهامة في إدراك الكلام بانتظام أيضاً لقد شرحنا كيف يمكن لتغيرات اتجاه تحول F_2 أن توضح الإدراك التصنيفي لـ /b/، /d/ و /g/ ويمكن تركيب تسلسل من درجات سمعية متساوية من /ra/ إلى /la/ لو احتلّت تحولات F_2 على نحو متناسب. ولعلّ مثلاً واحداً للنتائج اختبار نموذجي يفي بفرص توصيف الطريقة التصنيفية التي تُدرك فيها مثل هذه التسلسلات. لقد رُكّب تسلسل من عشر درجات من /ra/ إلى /la/ على مُركّب OVE، ودوّج تحول التشكيل الموجي الثالث من تردد أولي منخفض نسبياً إلى تردد أولي عالٍ نسبياً، وتنوع تحول F_2 على نحو مشابه أيضاً ولكن بدرجة أقل، الشكل (5.25):



الشكل 5.25: تسلسل (سلسلة) من مؤثرات مصطنعة أُدرِكت على أنها /ra/ أو /la/ مثل التردد على المحور العمودي والزمن على المحور الأفقي.

وطلب عن أحصيص للتجربة أن يحدد قاضيتين عشوائيتين من خمسين مفردة (قلمت كل عشر درجات ملاصقة لعشر من الأخرى وبترتيب عكسي)، وفي اختبار

التحديد هذا لحق كل مؤثر عبارة استهلاكية من كلام طبيعي «Does This Sound more like Rock or lack» تجد دلائل التحديد النموذجية في الشكل (5.26)

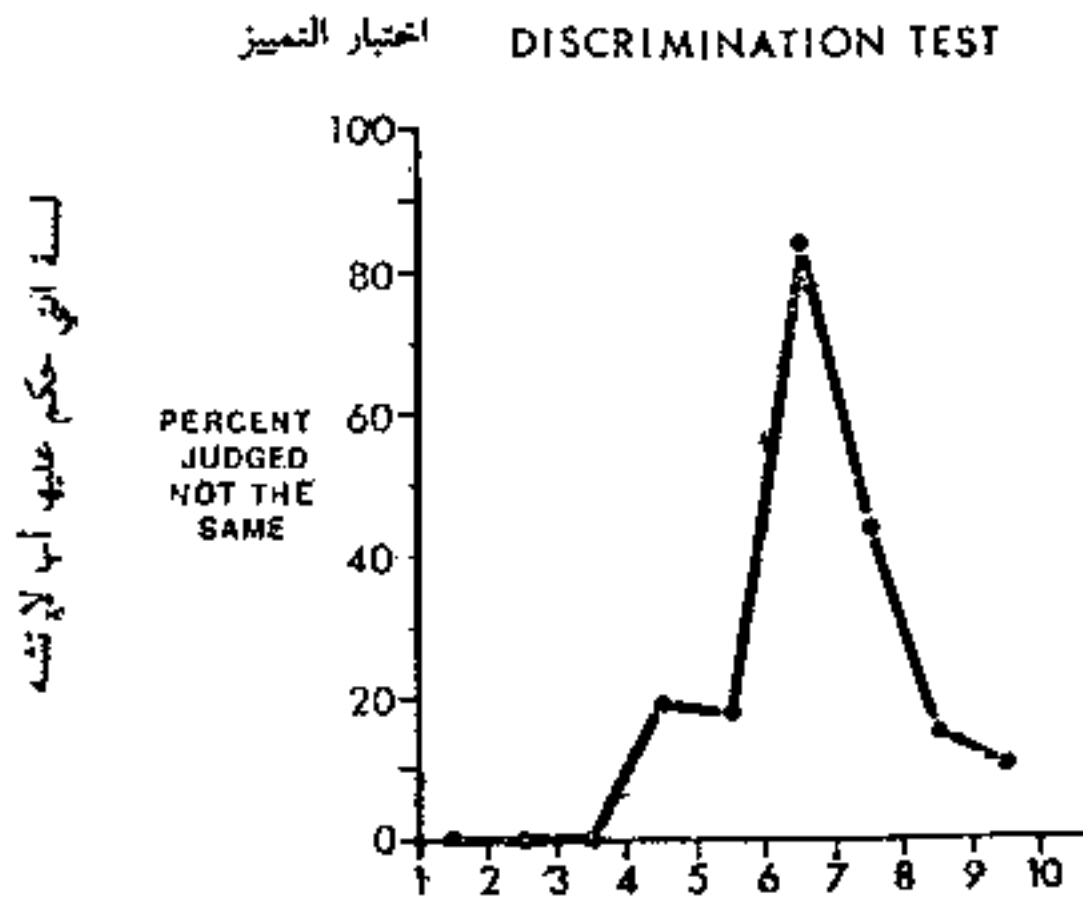


الشكل 5.26 وظائف تحديدية لـ /ra/ و /la/

يمثل هذا الرسم البياني الاستجابات الجماعية لأحد فصولنا في علم الكلام الذين لما تتعرج بعد، وقد أدركت خمسة المؤثرات الأولى جماعياً تقريباً على أنها /ra/، أما في المؤثر السامع فقد كان المستمعون يظنون تحمياً فحسب، ولم يسمع أي منهم المؤثرات من 8 إلى 10 على أنها /ra/ وتمثل الصورة العكسية لرسم /ra/ البياني الدالة التحديدية لـ /la/. وهكذا نجد أن الحد الإدراكي بين /ra/ و /la/ قد حدث عند هؤلاء المستمعين بين المؤثرين 6 و 7.

وقد ركبت مؤثرات من التسلسل نفسه على هيئة زوج في اختبار ثمين من شكل AX مستخدماً فيها اختلافات أو فروقات من درجتين أو ثلاث درجات. وعندما رُتبت

الأزواج في كل ترتيب محكم، تم الحصول على ثمانية ولديعين مؤثراً، وصنعت عشوائياً في أربع مرات ويستخدم كل زوج من المعردات السؤال الآتي وهو بكلام طيبي «Do these sound the same or different» وتمثلت الاستجابة بوضع إشارة أما على العمود المعلم بكلمة «صحيح» أو على العمود المعلم بكلمة «مختلف» وتظهر الدالة التمييزية في المؤثرات ذات الخطوة الأولى في فصل علم الكلام، كما هي معنية في الشكل (5.27)، قمة تمييزية حاصلة كما أشار إلى ذلك احتسار التحديد، أوضح منه ضمن الأصناف الصوتية ولم يميز المستمعون الفروق التي ليست بفروق فونيمية (تلك التي تقع ضمن مجموعة من المؤثرات حددت بوضعها فونياً واحداً)



الشكل 5.27. الدالة التمييزية لأزواج المؤثرات المتجاورة في الشكل (5.25)

ومثلها هي الحال في اختلافات الإدراك المطلق في الأسلوب ومكان السطق، أظهرت استجابات اختلافات بسيطة مستمرة في VOT إدراكاً تصنيفياً في الجهر. ومن خلال زيادة VOT في درجات متساوية يمكن تركيب سلسلة يمكن فهمها على عرار ما أننا نذهب من /ba/ إلى /pa/ ومن /da/ إلى /ta/ أو من /ga/ إلى /ka/ وهذا

يجمع المستمعون المؤثرات في أصناف مجهورة وغير مجهورة وهم محسّون بالعروق بين المؤثرات عند الحدود الفاصلة بين الجهر وغير الجهر، بينما نجدهم غير محسّين نسباً بعروق متساوية في VOT ضمن الأصناف.

وقد تم تأكيد ظاهرة الإدراك التصنيفي في الصوامت من خلال التساين في الأسلوب، والمكان والجهر، أما في الصوائت، فالنتائج مختلفة قليلاً فقد أظهر فراي وأبرامسون، وإيماس وليرمان «Fry, Abramson, Eimas & Liberman» أن سلسلة من / إلى / ع / لا تظهر العلاقة الوثيقة نفسها بين الدالات التحديدية والتمييرية فعندما تكون للصوائت أقصر ومضمرة في سياقات CVC، كما يروي مستفسر، تكون العلاقة التمييزية - التحديدية أقرب إلى حال الصوامت.

وبما أن الصوائت الثابتة الصفة والنغمات غير الكلامية لا تدرك على نحو تصنيفي، بينما تدرك الصوائت المضمرة والصوامت على هذا النحو، يبدو، من ثم أن المستمعين يدركون المؤثرات المتغيرة بسرعة على نحو مختلف من إدراكهم المؤثرات الثابتة.

وأحد المظاهر المهمة للإدراك التصنيفي هو التأثير الذي يمكن أن يكون للمعرفة اللغوية في الأصناف أو الفئات المدركة ومعاً أما قدماً لمؤثراتنا /ra/ و /la/ بأسئلة منطوقة باللغة الانجليزية هو أن ايلمان وديهل وباحولد «Elman, Diehl & Buchwald» قد وحدوا أن الإعداد اللغوي الذي يمتلكه المستمعون عندما يحاولون تحديد مادة كلامية قادر على تعيين الحدود أو الفواصل بين الفئات أو الأصناف، يقسم الأشخاص الذين يتكلمون لعتين مثل هذه المؤثرات وفقاً للتساين الفوييمي في اللغة الخاصة التي كانوا يستخدمونها مباشرة قبل كل مؤثر

وقد راجع ستريج وحسك «Strange & Jenkins» عدة دراسات لتكلمي لغة واحدة ومتكلمي لعتين، وتقدم هذه الدراسات دليلاً على أن تجربة لغة الكبار يمكن أن تؤثر في إدراكهم إذ يستخدم متكلمو الإسبانية والفرنسية والتايبه مثلاً، مبدأ VOT مختلف في التساين الجهري عن ذلك الذي يستخدمه المتكلمون الإنجليز ويدرك المتكلمون اليابانيون، الذين لا يفرقون بين /r/ و /l/، تغيرات متساوية في F₃ في

تسلسل من /ra/ إلى /la/ على نحو مختلف عن الأسلوب المؤلف من صفيين الذي يدركه متكلمو الإنجليزية

ولأنه يبدو أن الإدراك التصيمي هو صفة تخص اللغة ويتصل ارتباطاً وثيقاً بالتأين الصوتي الذي يصنع المستمعون، فقد دهش الباحثون عندما اكتشفوا أن المخلوقات ذات الخبرة الضئيلة جداً باللغة (الحيوانات والرصع) تميز المؤثرات الشبيهة بالكلام على نحو يبدو كأنه مرتبط بالإدراك التصيمي

Infant Studies

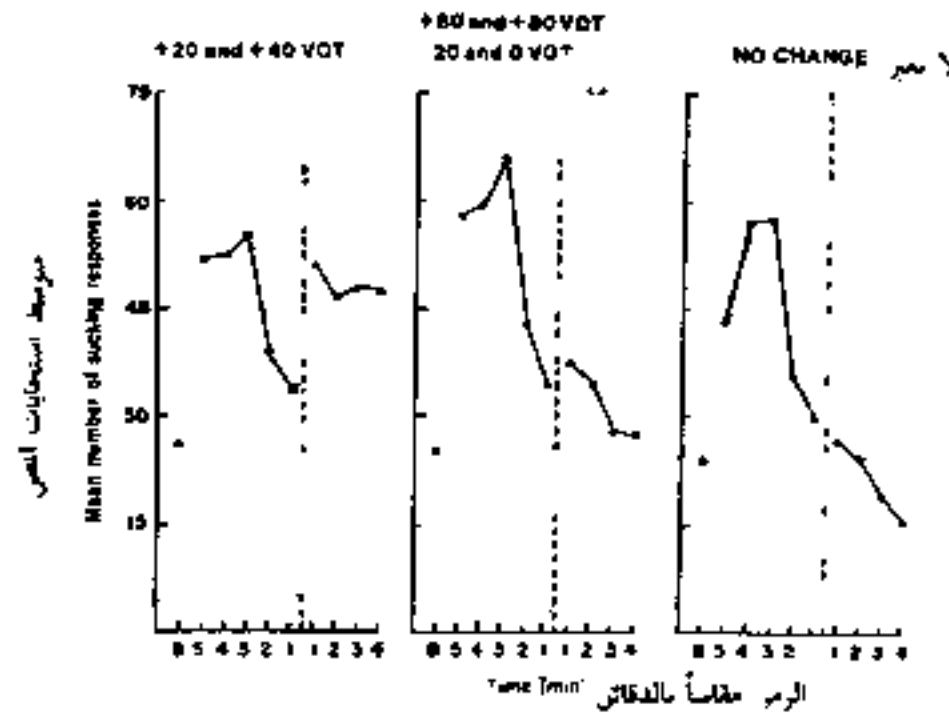
دراسات الرضع

نشر تقرير إيماس، وسكويلا، وحيسكي وفيخريتيو^{٢٧} Jusc zyk Eimas, Siqueland Vigorito في دورية «Science» عام 1971. فقد راقبوا رضعاً يحضون مصاصة تتصل بسلك متصل بمحول يسجل الاستجابات العورية لأصوات كلامية مركبة تختلف بزيادات في VOT (ابتداء الجهر*) قدرها 20 ميلي ثانية. واستجاب الأطفال الذين بلغت أعمارهم شهراً واحداً للمؤثرات المحددة بتغير في المص وسجل الباحثون نسبة الخط القاعدي لعدد المصات في الثانية أو معدله عند كل رصيع، وبعد ذلك، قدموا كل مؤثر سمعي بدرجة كثافة اعتمدت على معدل المص وقد استمر الصوت بشدة عالية ما دام الرصيع يحافظ على نسبة استجابات مص عالية. وعندما تصاعداً معدل المص، كذلك كانت الحال بالنسبة إلى ارتفاع الصوت وعلى النحو العكسي، استجاب الرضع بزيادة معدل مصهم وبعد عدة دقائق، ومع تناقص حدة المؤثر، تصاعداً استجابة المص تدريجياً وقد سمح لهذا الفحص في معدل الاستجابة، المعروف بالعود، أن يستمر لمدة دقيقتين. وبعد ذلك قدم مؤثر VOT مختلف تماماً ولمدة عدة دقائق يمثل الشكل (5.28) مخططاً بيانياً لمتوسط الاستجابات عند مجموعة أطفال تلغ أعمارهم أربعة أشهر

تمثل النقاط على يسار اللوحات الثلاث الخط القاعدي لمعدل المص؛ ويتزايد معدل الاستجابة بوجود التقوية الصوتية للمص كما هو واضح من معدلات المص المعينة إلى يسار الخط العمودي المنقطع، تلك التي في الدقيقة 5، 4 و 3 قبل التحول

^{٢٧} ابتداء الجهر الوقت الذي يبدأ فيه اختراع البوتريين الصوتيين بعد انهاء الإغلاى

في المؤثر وهكذا، فقد بدأ الرضع يتعودون على المؤثر. وانخفض معدل المص، يمثل الرسم إلى اليسار ما حدث عندما كان المؤثر الأول صوتاً شبيهاً بـ /ba/ و VOT مقداره 20 ميلي - ثانية، وتحول على نحو مفاجيء إلى صوت شبيه بـ /pa/ و VOT مقداره 40 ميلي - ثانية. وبعد هذا أن معدل المص قد ارتفع على نحو مفاجيء مما يدل على أن الرضع سمعوا هذا التحول بوصفه شيئاً جديداً تماماً ولا تكشف اللوحة في منتصف الشكل أي قفزة شبيهة في استجابات المص على الرغم من اختلاف المؤثرات بعشرين ميلي - ثانية في VOT. وفي هذه الحال كان المؤثر الأول + VOT 60 وتغير إلى + VOT 80 (وأدرك الكبار هذين المؤثرين على أسهما /pa/ أو - VOT 20 وتغير إلى VOT 0 (حيث أدرك الكبار هذين المؤثرين على أسهما /ba/. لم يستجب الرضع إلى هذه التغيرات بزيادة كبير في معدل المص.



الشكل 5.28 متوسط إستجابات المص عند رضع يلعبون أربعة شهور في ثلاثة شروط تجريبية تمثل (B) الخط الفاعلي قبل تقديم المؤثر، تظهر كل لوحة المص على أنه دالة رمزية تتغير في المؤثر عند النقطة التي يمثلها الخط المتقطع، أو في الرمز المتوقع حدوث التغير فيه كما في اللوحة في أقصى اليمين. أما في أقصى اليسار فيباعد المؤثر بين الحدود التصفية بين /ba/ و /pa/ للكبار، بينما نجد في لوحة المنتصف أن المؤثرات المتباعدة هي ضمن صنف أو فئة واحدة (موسم واحد)

واستنتج الباحثون من هاتين الداليتين أن الأهل يدركون المؤثرين الأولين على أنها محتلمان، ولكنهم لا يدركون المؤثرين الواقعيين في المنتصف على أنها مختلفان. يمثل الرسم الواقع في يمين الشكل حالة الصبغ والسيطرة، واستمر التعود عندما كان التحول شبهاً تماماً بصوت المؤثر الأول حيث لم يؤد إلى أي تحول في حالة الصبغ. لم يكن هناك أي تغير مباحي في سلوك المص كي يشير إلى إدراك أي تغير. وحلص إيمان وزملاؤه إلى القول إنه الرضع الذين لم يبلعوا سوى شهر واحد يبدون كم يدركون التعيرات السمعية في تسلسل كلامي ضمن الأصناف العامة نفسها كما يفعل الكبار تماماً.

وقد ظهرت العشرات من الدراسات حول إدراك الرضع منذ ظهور هذه الدراسة الأساسية وتغيرت الوسائل والطرق ويجد الباحثون أنه ربما أمكنهم الحصول على نتائج أكثر موثوقية وواقعية من خلال تكييف الرضع لأن يلتفتوا ويبتعدوا إلى د ب متحرك أو أي لعبة متحركة أخرى وظيفتها التقوية والتعزيز (لكن الرضع دون الستة أشهر غير باضحين حركياً كي يديروا رؤوسهم) بعد الرضغ للظفر إلى لعبة استحانة لصوت معين فحسب، وبعد ذلك ترسل الأصوات المتشابهة أو المختلفة سمعياً كي يرى إن كان الرضيع يدرکها متشابهة أو مختلفة وقد ذكر كول، «Kuhl» من جامعة واشنطن أن الرضع البالغين ستة أشهر فحسب، والذين اخترعوا ضمن هذه التقنية، قد أشاروا إلى إدراك تباين ضمن الصوائت، وتباين ضمن الصوامت أيضاً حتى عندما كانت الاختلافات في درجة النغم، أو المتحدث أو حتى السياق الصوتي واكتشف «Jusczyk» أنه يمكن للرضع أن يدرکوا التباين الموجود في الصوامت في بداية الكلمات أو وسطها أو نهايتها، ويمكن للأصوات أن تكون في مؤثر مؤلف من مقطع واحد وموضوع تقرير إدراك الرضع للسمات المتباينة في السمات فوق - القطعية بحاجة لمزيد من البحث، ولكن هناك دليلاً على أن الرضع يدرکون المؤثر المحتوي على سمة متباينة

والسؤال الذي يظهر إلى الوجود من الدليل المتزايد بشأن مقدرات الرضع الإدراكية هو هل أن الرضع «مؤثرون» فطرياً لالتقاط التباينات المهمة لغوياً، أو أن الفروق التي يدرکونها هي نتيجة سمات النظام السمعي دون الرجوع إلى اللغة. من

الواضح أن الرضع يقومون بتمييزات سمعية. وحتى الآن، لا يمكن الجزم بأنهم يقومون بتمييزات صوتية أيضاً. وموضوع التمييزات التي يقوم بها الأطفال عالمياً، على الرغم من المحيط اللغوي، بحاجة لمزيد من المعلومات؛ وأكثر من ذلك نحن في حاجة إلى معلومات كثيرة حول كيفية تأثير تعلم اللغة في القدرات الإدراكية عند الرضع. ما التمييزات التي تصبح أكثر حدة وقوة؟ وما التمييزات التي تضعف وتختفي؟

Animal Studies

الدراسات على الحيوانات

ألقي الضوء على هذه المسألة من خلال اكتشاف مخلوقات غير إنسانية يمكنها أن تدرك تعبيرات سمعية في تسلسل صوتي شبيه بالكلام على نحو يمكن أن يسمى بالطريقة التصنيفية. فقد راقب مورس وسنودن (Morse & Snowden) معدل نبض القلب عند القرد الهندي استجابة لتغيرات في F_2 و F_3 تعلم أو تحدد تعبيرات في مكان النطق بالنسبة إلى الإنسان. ودرب ووترز وويلسن (Waters & Wilson) قردة هندية كي تتجنب صدمة متصلة بصوت كلامي معين مركب، وهكذا، استطاعا قياس إدراك القردة لتغيرات v_{01} واستخدام كول وهيلر تقنية الوقاية من الصدمة في دراسة تباين v_{01} عند التنشيلة*. وتظهر النتائج أن هؤلاء المستمعين من غير البشر يظهرون تمييزاً متزايداً عند حدود الأصناف عند الكيلو. وتلعب استجابات التنشيلة استجابات الإنسان أكثر من مشابهة استجابة القردة الهندية لاستجابات الإنسان. وربما كان مبعث ذلك أن أنظمة السمع عند الإنسان وعند التنشيلة متشابهة إلى حد كبير.

وربما كانت الحال أن الإدراك التصنيفي للتسلسل الكلامي الذي نجده عند المتكلمين الكبار، والذي تعرف أنه متأثر كثيراً بالتجربة اللغوية، يعتمد على السمات العامة للنظام السمعي وهو يوجد عند الرضع من بني البشر أيضاً وعند بعض الثدييات الأخرى. وربما استفادت اللغات من الإمكانية القصوى لسمات النظام السمعي هذا في تطوير الأغاط المتباينة التي تعبر عن اختلافات في المعنى. وهناك نظريات حول كيفية إمكانية تداخل هذه المستويات السمعية والصوتية في تحليل المؤثرات السمعية المركبة في إدراك الكلام.

* التنشيلة: حيوان من جنس أمريكا من فصيلة القوارض شبيهة بالسجلب (المورد)

التحليل الصوتي والسمعي Auditory And Phonetic Analysis

إننا نعرف أنه يمكن أن ينتج عن حدث محدد سماعياً استجابةً شحصية على أنه (أو أنها) سمع (أو سمعت) /da/. ولكن من ذلك، يمكن للمستمع أن يقول إن الصامت الأول كان /b/، وبما أننا نعرف أن الدلائل السمعية لـ /b/ محملة على الدلائل السمعية الخاصة بـ /da/ يجب أن يحلل المستمعون عندئذ الحدث على المستوى السمعي في تحديد /da/ (يجب أن يسموه)، وكذلك على المستوى الصوتي كي يستخلصوا /b/ (يجب أن يسموه). والسؤال الذي يظل من دون إجابة هو كيف يتم التحول من الإدراك السمعي إلى الإدراك الصوتي؟ كيف تستعاد الفويحات إدراكياً منفصلة ومستقلة ثانية. هل تُلتقط الليمات، وإن كان الجواب «نعم»، هل السمات سمعية أم صوتية؟ هل يُحلل المقطع بوحده أم نحلل وحدة أكبر منه بوصفها كلاً متكاملًا

لقد رأينا أن الإدراك التصنيفي يمكن أن يتأثر بالمعاملة الصوتية، أي: تختلف الحدود الفويحية باختلاف اللغات، ومن وجهة أخرى، يبدو أن نتائج الدراسات على الرضع والحيوانات تقررهما عوامل سمعية لا صوتية، ومنهج آخر في محاولة فصل العوامل السمعية عن العوامل الصوتية هو محاولة فحص سلسلات متصلة غير كلامية ومعقدة سمعياً وقد دلت بعض التجارب على أنه يمكن إدراك بعض السلسلات المتصلة غير - الكلامية على نحو تصنيفي. وقد ركب كلتيك وروزر (Cutting & Rosner) سلسلة متصلة غير كلامية من مؤثر شبيه بالموسيقى، ويختلف في الوقت الصاعد فقط، ووجدوا أن الأشخاص قسموا على نحو تصنيفي مجموعة المؤثرات على مجموعة ذات زمن صاعد سريع رتت كنقرة أوتار الكمان، ومجموعة ذات زمن بطيء الصعود ورتت كنقر أوتار كمان مقوسة. وقد قوربت هذه النتائج بتصنيف الأشخاص أنفسهم للتدرج من /f/ إلى /s/ الذي اختلف على نحو مماثل في زمن الصعود أيضاً، وفي كلتا السلسلتين، وقعت قمة التمييز عند حدود التحديد، وبقي التمييز ضعيفاً في المؤثرات الواقعة ضمن كل فئة أو صنف، ودرسا أيضاً سلسلة متصلة أبسط سمعياً ووجدوا أن النغمات الخالصة التي تدرجت برمن الصعود حددت على نحو ثابت، أو غير مسجّم، لكنها كانت متشابهة في قمة التمييز بقيم المؤثر الموسيقي، وهكذا يبدو

أن التدرج في رسم الصعود يُدرك على نحو تصيفي بغض النظر عما إن كان كلاماً أو
سواء

واقترح بيسوني (Pisoni) أن الإجراءات المستخدمة في اختبار المستمعين يمكنها
هي نفسها أن تؤثر التحليل الصوتي أو السمع للمؤثرات بسبب تركيز بعض الطرق
على فعل الذاكرة أكثر من غيرها. والطريق المتبعة، عادة، في اختبار التمييز في هذه
الدراسات هي تقنية ABX التي يسمع فيها المستمع A وبعدها B (مختلفة والتي) متبوعة
بـ (X). وعليه أن يذكر إن كنت X أكثر ميلاً قليلاً A أو B وتقنية أخرى هي طريقة
(الكرة المختلفة) التي يسمع فيها المستمعون مؤثراً ثلاثياً يختلف فيه مؤثر عن المؤثرين
الآخرين، ومهمة المستمع أن يلتقط المؤثر المختلف، وقد أظهرت دراسة لبيسوني
ولاراروس (Lararus) أن 4/AX (تقنية الخيار الإجباري ذي المواصل الأربع) التي
يُسأل فيها المستمع «أي روح هو أكثر تشابهاً» ومصدات الإختبار هي AA، AB أو AA
AB ينتج عنه تمييز أفضل أي تحليل سمعي واقترح المؤلفان أن الإختلاف في النتائج
تفسره المحاولات المختلفة على الذاكرة القصيرة المدى للمهام المختلفة. ويضع
أ نموذج AX على الذاكرة القصيرة المدى حلاً أخف من التقنيات الأخرى.

وتعتمد مجموعة أخرى من التجارب التي تتعلق بالتمييز بين المستويات السمعية
والصوتية في التحليل الكلامي على التكيف

دراسات التكيف

لو سمع مستمع إحدى نهايات سلسلة متصلة شبيهة بالكلام مثل /da/ على نحو
متكرر على سبيل المثال، وبعدها قدمت له السلسلة المتصلة العشوائية العادية من /da/
إلى /ta/ من أجل التحديد فإن الحدّ بين الفونيمات الذي سيبتج عادة سوف يتحول
نحو نهاية /da/ من السلسلة المتصلة. أي. يحدّد المستمع، بعد تعرضه للعديد من
الأصوات القوية الشبيهة بـ /da/، مزيداً من المؤثرات نفسها على أنها /ta/ وهكذا
كَيْف إدراك /vot/ وسوف يدرك المستمع، بعد سماعه عدة إشارات من النهاية
المجهورة للسلسلة المتصلة، زيادة صغيرة في vot وكأنها تعبر نحو الفتحة غير المجهورة

يمكن تفسير هذه النتائج من خلال نظرية تفترض وجود لاقطات للسمعة الصوتية. فلو كان هناك، في النظام العصبي، عصبونات متخصصة، في توليفها، للاقطاط السمات المتشابهة لعلواً لأمكر، عندئذ، للاقطاط الخاصة التي تستجيب لقيم صغيرة في *vot*، والتي تناظر مع أصوات الوقف المجهورة على سبيل المثال، أن تصاب بالتعب والإرهاق من خلال العرض المتكرر لـ */da/*. وعندما يتعب لاقط الجهر، عندئذ، سيحدد الأشخاص كثيراً من المفردات في السلسلة المتصلة على أنها غير مجهورة.

وظهرت عدة دراسات حول التكيف عقب ظهور بحث إيماس وكورت (Corbet) عام 1973 وقد راجح داروين هذه الدراسات مفصلاً؛ ومع تراكم مادة البحث، يبدو جلياً الآن أن عدة تفسيرات لهذه الدراسات ممكنة، لكن دراسات التكيف تظهر، على أية حال، أنه يمكن أن يكون للعوامل السمعية تأثير كبير في الإدراك التصنيفي، مثلما تظهر الدراسات غير اللغوية أهمية العوامل الصوتية تماماً.

الإدراك التصنيفي والتعلم **Categorical Perception And Learning**

لقد ذكرنا الدراسات غير اللغوية التي تظهر تأثير لغة ما في فهم الحدود القويمية. ويمكن أن يستخلص من تلك الدراسات أن التعلم يساهم في الإدراك التصنيفي، فضلاً عن أن هناك العديد من الطرق الأكثر قرباً التي درسها العلماء والباحثون بشأن تأثير التعلم على الإدراك التصنيفي بواسطة التمرين والتدريب المباشر في المختبر، من خلال تأثير التعلم على الإدراك عند أطفال يلاقون معالجة كلامية متصل بداء أو علة كلامية، ومن خلال اختبار متعلمي لغة ثانية. لكن البحوث معدودة، على أية حال، والنتائج لم تزل تجريبية. وقد يجمع شترينج في تدريب متكلمي الإنجليزية على تحسين التمييز داخل القويمات في سلسلة *vot* متصلة، ولكنه وحده لا يمكن تعميم التدريب على سلسلة *vot* المتصلة بأصوات كلامية في مواضيع نطاقية أخرى حيث لا يوجد هناك أي أثر للتدريب على مؤثرات *vot* الشفوية في تمييز مؤثر *vot* الواقع عند قمة اللسان. ووجد كاري وودن (Carney & Widdin) تحسناً كبيراً في مقدرة الشخص

التمييزية عند التدريب. واستخدمت عدة مؤثرات vo_t شفوية بوصفها مقياس مرجعية. وقد دُرِب الأشخاص على سماع الاختلافات بين كل قياس والمؤثرات الأخرى في أرواح مؤلفة من AX، مع تغذية إرجاعية مباشرة. وبعد ذلك أمكن تدريب المستمعين على الإفاضة بتمييزات سمعية لاصوتية في مثل تلك السلسلات المتصلة.

ومن الصعب مقارنة الدراسات التطورية لأن عدداً قليلاً منها فقط استعمل مؤثرات محددة بدقة، وعدداً قليلاً آخر فقط اختبر التمييز داخل الفونيمات. ويظهر البحث بشأن إدراك الرضع أن الأطفال يميزون على نحو متشابه، بغض النظر عن المجتمع اللعوي الذي ولدوا فيه. إذ يمكنهم، مثلاً، سماع اختلافات بين $vo_t 20 +$ و $vo_t 60$ وبين $vo_t 20$ و $vo_t 60 -$. ولا يميز الرضع بين $vo_t 20$ و $vo_t 20 +$ ويمكن أن يتمثل السبب في أن الأصوات المتمتعة بـ $vo_t 20 \pm$ يمكن أن ترن كأنها حدث واحد، في حين ترن الصجوة الرمنية الكبيرة بين الدفقة وبداية جهر الأصوات كأنها حدثان. ويبدو أن إدراك الكلام يبدأ بمقدرة فطرية في صنع بعض التمييزات السمعية المحددة، ويشير ستيفنز وكلات (Klat) إلى حقيقة أن الكبار يقسمون سلسلة غير كلامية مشابهة لسلسلات vo_t بحد مقدار $vo_t 20 +$ تقريباً، وتلك إشارة بعيدة إلى إمكانية كون بعض التمييزات طبيعية للنظام السمعي.

وعند بلوغ السنة الثانية يمكن للأطفال أن يحددوا على نحو تصنيفي، وتكونت حدودهم الفونيمية مشابهة لتلك التي عند الكبار واستخدم زلتن وكوبجسكنت (Zel & Koenigsknecht) سلسلات تتدرج من «bees» إلى «peak» ومن «dime» إلى «fine» بوصفها أمثلة، ووجدوا، رغم أن الطفل البالغ عامين يحدد المؤثرات بالحدود الصفية نفسها مثل الطفل البالغ السادسة أو الكبار، أن مناطق التحديد عند الأطفال الصغار كانت أوسع عما يدلّ على أنهم يحتاجون إلى اختلافات سمعية أكبر لتعلم التمييز. ولم يُدرس هذا التطور الطولاني في هذه المقدرة الإدراكية مطلقاً. فصعوبات احتار الأطفال الصغار في كل من التحديد والتمييز كبيرة للغاية، لكنّ هناك، على أية حال، بعض التلميحات إلى أن مقدرة التحديد ومقدرة التمييز لا تتطوران بالمعدل نفسه.

ومن الأسهل دراسة التعبيرات الإدراكية عند الناس الذين يدرسون لغة ثانية لأنهم أكبر سناً ومن السهل اختبارهم، لكننا غير متأكدين من أن عمليات تعلم الفونيمات في اللغة الثانية هي نفسها الموجودة في اللغة الأولى ووجد وليامز (Williams) في الحدود الفونيمية تحولاً نحو الحدود الإنجليزية بين الأطفال الإسبان الأصغر سناً (8 - 10 سنوات) أسرع قليلاً من ذلك التحول الموجود بين الأطفال الأكبر سناً (16 - 14 سنة). أنظر الشكل (5.29). ووجدت مؤشرات إلى أن التمييز يمكن أن يحدث قبل التحديد في عملية التعلم، وهذا مرة أخرى، نحن في حاجة إلى دراسات طولانية، كي نقرر مدى التقدم. وسيكون للدراسة التي تحلل إصدار الكلام وإدراكه معاً أهمية خاصة.

العمر	القيم العابرة بالعرض		
	Crossover Values by Exposure		
Age	One	Two	Three
14-18	+2.0	+5.7	+8.7
8-10	+4.7	+7.5	+12.0
Difference	2.7	1.8	3.3

الشكل 5.29 اختلافات (VOT) مقياساً بميلي - ثانية) في تحديد القيم العابرة عند مجموعتين من أطفال يتكلمون الإسبانية وقسم الأطفال أيضاً وفق تعرضهم للإمجليزية حسب العمر في الولايات المتحدة الأمريكية. العرض الأول (5 - 6 شهور)، العرض الثاني (1 1/2 - 2 سنتين) العرض الثالث (3 - 3 1/2 سنوات)

الإصدار والإدراك Production And Perception

لقد حلل ويليامز إصدار الكلام (من خلال قياس عبات من كلام أشخاص) وإدراكه بواسطة اختبارات التحديد والتمييز) للنبان الفونيمي اهام في اللغة الثانية المتعلمة واكتشف ، بعد تثبيت الحدود الفونيمية عند متكلمي لغة واحدة في /b/ و /p/، وتثبيت القيم التمييزية عند الكبار الذين تكلموا الإنجليزية والإسبانية ، أن إصدارهم لـ /b/ و /p/ في بداية الكلمة يتأخر مع إدراكها وقد عرل متكلمو الإنجليزية الفونيمات عند حد + 25 VOT، بينما وضع متكلمو إسبانية الحد عند 4 VOT

وتنوعت استجابة الإسبان الذين يتعلمون الإنجليزية أكثر من تكلم لغة واحدة عند نقاط عبور دلائلهم التحديدية. ، واتسعت القمم التمييزية لتشمل من تعلم الإنجليزية وحدها، والحدود الفونيمية الإسبانية. وهكذا مثل إدراك سلسلات /b/ - /p/ عند الكبار الذين تكلموا لغتين نقطة وسط فقد أظهرت الأطياف أثناء الإصدار أن من تكلم لغتين قد أدرك /b/ وفقاً للنظام الإسباني حتى في الكلمات الإنجليزية.

وفي دراسة ثانية تتبع ويليامز التغيرات في إصدار الكلام وإدراكه عند شبان بروتوريكيين ماطقين بالإسبانية ويتعلمون الإنجليزية. ووجد أن نقطة العبور التعيني (التحديدي) كانت تتحول تدريجياً نحو الحدود الإنجليزية كلما ازداد تعرض هؤلاء الشبان للإنجليزية. ففي الإصدار كان الأطفال يستخدمون أنماط voi أقرب إلى الإنجليزية في كلماتهم الإنجليزية والإسبانية، وربما شكلت درجة الحساسية الكبيرة في الشبان الفونيمي الهام في اللغة المزج تعلمها نقطة هامة أو علامة محيرة عند المتعلمين الشبان، وهي تقدم لنا تغيراً وتعرض لنا شرحاً بشأن كيفية تعلم تكلم لغة جديدة بتدخل قليل من اللغة الأم.

ولنعد ثانية إلى المتعلمين الكبار حيث تشير دراسة أحراها غوتو «Goto» إلى أن من يتكلم لغتين من الكبار عالياً ما يكون غير مدرك للتمييزات الإدراكية في لغته الثانية حتى لو استطاع إصدارها. وقد وجد الباحثون الأمريكيون في إحدى الدراسات أن متعلمي اليابانية كانوا يقومون بالتمييز الصحيح بين /v/، /w/ في الإنجليزية عندما كانوا يصدرون كلمات مثل «lead»، «read»، «pray»، «play»، ومع ذلك فقد واجهوا صعوبة في إدراك نفس التمييزات في تسجيلات كلامهم أنفسهم، أو في كلام غيرهم. هل فقدوا مقدرة اليافعين الإدراكية المرنة؟ كيف يمكنهم إصدار تمييزات يشعرون في إدراكها. نحن بحاجة إلى المزيد من المعلومات هنا، ولكن سيقودنا هذا إلى السؤال المثير والمهم عن كيفية وصل إدراك المرء لكلامه نفسه أو مقارنته بإدراكه كلام الآخرين.

ترتكز الملاحظة النادرة في أن الأطفال يمكنهم إدراك بعض التمييزات في كلامهم أنفسهم، وهي تمييزات يفشل الكبار في تمييزها، على تجارب كالآتي: يعترض الطفل عندما يقلد الآخرون نقطة غير الصحيح «I did not say wabbit, I said wabbit».

ويمكن تفسير هذه الظاهرة على أنها دليل على أن الإدراك يسبق الإصدار. فعندما يسمع الطفل الكبار يقولون «wabbit»، فإنه يفهم الخطأ، ولكنه غير قادر على إصدار /t/، ويفشل في كشف الخطأ في كلامه نفسه، وتفسير بديل لذلك هو أن الطفل يفهم التمييزات في كلامه على نحو مختلف عن تلك التي عند الكبار. يمكن أن يقوم الطفل بتمييز إهراكي بين صوتيه /w/ في المقال السابق، حيث يفشل الكبار أي. أن الصنف الفونيمي لـ /t/ عند الطفل واسع على نحو كافٍ لاحتوائه أصواتاً بصنفها الكبار على أنها /w/. وتفسير ثالث هو أن إدراك الطفل ربما كان مشوشاً لأنه لا يمكنه القيام بالتمييز بعد إصداره للأصوات. وهكذا فالإدراك لا يساعد الإصدار فحسب، بل ينظر إلى صسط إصدار الأصوات الكلامية بوصفه مساعدة للطفل في جهوده لتمييز الأصوات الكلامية عند الآخرين.

ووجد أنجست وفريك «Aungst & Frick» تشابهاً محدوداً بين حكم الشخص على صحة إصداره /t/ والمقدرة على تمييزه الفونيمات في كلام الآخرين. إذ لا يجد الأطفال الذين يعانون من علق غير سليم في /t/ أية مشكلة في إدراك النطق غير السليم عند الآخرين، لكنهم يفشلون في التقاط أخطأؤهم هم أنفسهم أو اكتشافها وأظهر كورنفلد «Kornfeld» أنه يمكن للأطفال أن يصدروا /w/ في [gw æs] (، «glass» و [gw æs] في «grass» بحيث يبدان الشيء نفسه للمستمعين الكبار لكن هناك، في أية حال، اختلافات طبيعية يمكنها أن تبيّن الأساس الذي يعتمد عليه الأطفال في القيام بتمييزاتهم. ويقترح «غول» و «جولدن» «Gool & Golden» أن الطفل في هذه الحالة يمتلك تمثيلاً فونيمياً يختلف عن ذلك الموجود عند الكبار بخصوص /t/ إن فويمي الطفل /t/ يُمثل مباشرة صوتياً [t] في حين لا يشتمل فونيم الكبار /t/ على الصوت [t] ووجد الباحثان أن الأطفال يميلون إلى تمييز صوتهم [t] بوصفه /t/ وهم أفصل في التقاطه وتمييزه من غيرهم.

ربما لا تكون ظاهرة إدراك الاختلاف بين النطق غير الصحيح عند الأطفال والتعويض كما يفهمه الكبار شائعة كما يعتقد. فقد وجد «لوك» وكوتز «Lock & Kutz» أن 20% بحسب من بين الخمسة والسبعين طفلاً الذين قالوا «لا»، استجابة لصورة حاتم، أشاروا إلى صورة الحاتم عندما سمعوا نطقهم الخاطئ فيها بعد؛ بينما أشار

80% إلى صورة جاح عند سماع نطقهم غير الصحيح . ووجد ماكريينولدز وكوهين وليميز (McKernolds, Kohan & Williams) أن قدرة الأطفال على تمييز أصواتهم غير الصحيحة أصعب منها في تمييز أصواتهم الخالية من الخطأ . وغالباً ما يعي التمييز عند باحثي إدراك النفس التحديد الفونيمي لأن اختبارات التمييز اللفظي، كما عرفناها، تمثل سلسلات متصلة من الكلام المركب، ونادراً ما تجري بهذه الخصوص

ويمكن أن تكون الحال أنه في تعلم التباين الفونيمي تتطور مقدرة تحديد الفونيمات في كلام الآخرين قبل إدراك المرء لأخطائه هو نفسه، وفي تطور متواز بين الإصدار وإدراك النفس على قدر ما يسمح به النضج الحركي . ويبقى الوقت اللارم للفاعل بين الإصدار والإدراك غير واضح، ويمكن أن يستهلك الأطفال الذين يتعلمون لغتهم الأولى، أو يصححون ألفاظهم غير الصحيحة، قدراً من الوقت في التفاعل بين الإصدار والإدراك يختلف تماماً عن ذلك الذي يستهلكه متعلمو اللغة الثانية .

Neuro Physiology of Speech Perception

وطائف الأعصاب في إدراك الكلام

إن نصفي الدماغ مهمان للسمع حيث ينقل العصب السمعي المعلومات إلى القصوص الصدغية في نصفي الدماغ؛ لكن التحليل الأدق، الذي يتلو هذه المرحلة، للأعاط الصوتية، كذلك الموجودة في إدراك الكلام، يتركز في أحد نصفي الدماغ .

Cerebral Lateralization

التحديد الدماغي

يتأتى الدليل على أن أحد نصفي الدماغ، الأيسر عادة، مسيطر على الآخر أثناء إدراك الكلام، من الدراسات التشريحية، وتجارب تقسيم الدماغ، ودراسات السمع الثنائية وتسجيلات EEG . وكان فيربيك، الذي أشار إليه في الفصل الرابع، أول من صم منطقة الفصين الجداري - والصدغي المحيطة بالقسم الخلفي من شق روبالد في إدراك الكلام والتعبير اللفظي، ولم يجد فيربيك عطلاً أو تلفاً في القسم الصدغي من تلك المنطقة أثناء تشريحه للأشخاص المصابين بحسنة كلامية فحسب، بل وجد روبرتس وبغيلد أن إثارة تلك المنطقة تتدخل على نحو مؤد أو مدمر للغاية في المقدرة اللعوية عندما أثيرت كهربائياً

إن منطقة فيرنيك، وهي الاسم الذي يطلق الآن على نصف القشرة الدماغية اليسرى، مهمة في فك رموز رسائل الآخرين الكلامية، وتوضيح الأغودح السمي لما يود المرء قوله. لكنَّ الناس الذين يعانون من حادث دماغي وعائي (متعلق بالأوعية) إلى اليسار من منطقة الجلياري - الصدغي يمكنهم النطق بوضوح على الرغم من استبدالهم بعض الفويصات، ويتكلمون بطلاقة أيضاً. لكنَّ عاداتهم لا تعي إلا القليل، على أية حال، ويصف كودكلاس وجيسجوند Goodglass & Geschwind «رغبة هؤلاء المرضى في استبدال الكلمة العامة مثل «it» بأسماء غامضة، واستبدال الأفعال العامة مثل «do» بأفعال غير موجودة، مما يشأ عنه الإستجابة الآتية في تسمية شيء ما «أعرف ما هو، انني أستخدمة لأفعل...» انني أملك واحداً هنا...» ومثال آخر غير سويٍّ نحويّاً ولكنه قصاص عديم المعنى من كودكلاس وجيسجوند هو الآتي «الأشياء التي أود قولها...» الطريقة التي أقول بها الأشياء، ولكي أفهم الأشياء معظم الوقت، معظمها، وما هي الأشياء».

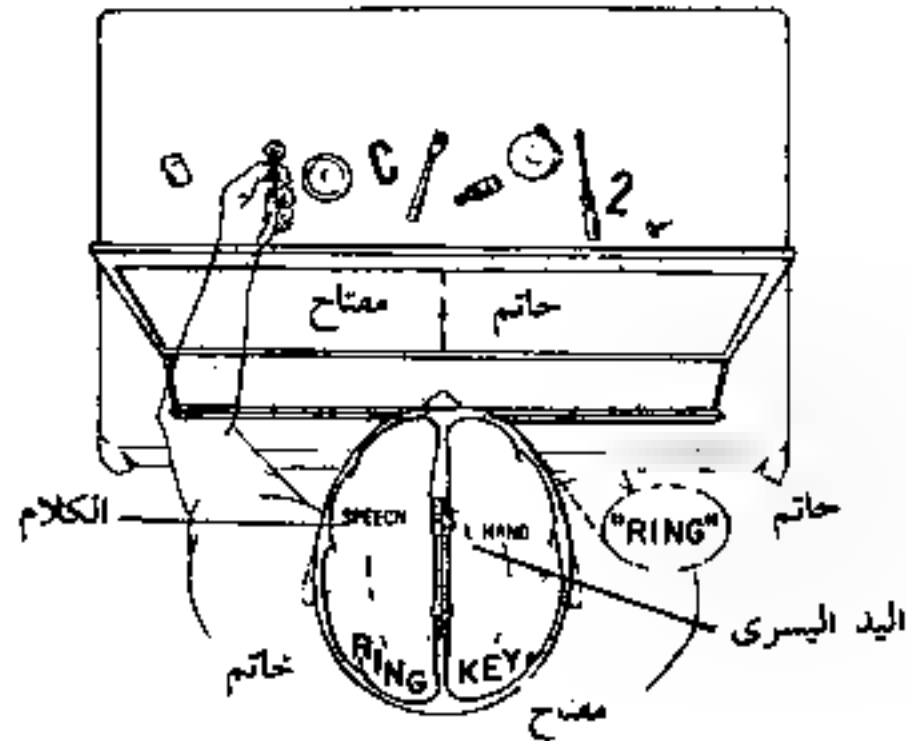
والى جانب العجز عن تذكر الكلمات الضرورية لشرح فكرة ما أو استدعائها غالباً ما تكون هناك قدرة متضائلة في تمييز معنى شيء ما - قيل بصوت مرتفع، ويمكن لشخص مصاب بحسة فيريك أن يميز نصف الكلمة، وليس معناها المحدد وهكذا يمكن لشخص مصاب بمثل هذا الداء الإدراكي أن يشير للدلالة على «مصباح كهربائي» إلى قطعة أثاث منزلي، ولكن القطعة الخطأ.

أما إن كانت منطقة فيرنيك نفسها سليمة، لكن الاتصالات بين المراكز السمعية في النصف الصدغي ومنطقة فيريك كانت معطلة أو لا تقوم بوظيفتها على نحو سليم، فإنه يمكن يمكن لذلك أن يسبب في شكل من أشكال العمى السمي حيث يمكن للمصاب أن يسمع الكلمة مراراً، ولكن من دون أي فهم أو إدراك لها على الإطلاق، وبعد ذلك يفهمها كاملة على نحو مفاجئ. إن حلقة الوصل هذه بين المراكز السمعية ومراكز الإدراك والفهم يمكن أن تكون ما يتأثر ويتعب عند الناس الذين يتمتعون بإدراك عادي ويخضعون لتحويل لفظي أو نطقي. وعندما يكرر لفظ مراراً يتحدث

• عنه فقد المقدرة على التعرف على الأشخاص أو الأشياء ومدلولها (معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا)

المستمعون عن عدة تغيرات في الإدراك، وهم يصغون إلى التكرار. فعلى سبيل المثال: يمكن أن يسمع اللفظ «Flame» الذي لا يشكل كلمة في اللغة الإنجليزية، لفترة قصيرة كـ «Flying» وبعدها كـ «Climb» وأخيراً «Flank». وعلى الرغم من أننا لا نعرف أي شيء عن الإحساس العصبي لهذه الظاهرة إلا إنها تشبه حللاً وظيفياً في حلقة الوصل بين السمع والإدراك.

ويظهر الدليل المثير على فاعلية نصف الدماغ الأيسر في إصدار الكلام وإدراكه جلياً في إستجابات المرضى الذين أجروا فصلاً جراحياً بين نصفي الدماغ بواسطة قطعة أو قسم من جسم متصل وتجرى هذه العملية لضبط صرع حاد ولا يبدو المرضى معوقين حتى تجرى بعض الإختبارات الخاصة من خلال تقديم معلومات إلى كل نصف من نصفي الدماغ على حدة وبما أن الجسم الرئيس الواصل بين نصفي الدماغ معطل، فإن المريض يمتلك نصفي دماغ مفصولين وطبيعياً وقد أظهر سبيري «Sperry» وكارنيكا «Gazzanica» من خلال اختصار أحد نصفي كرة الدماغ مستقلاً عن مرضى يعانون من دماغ مشطر، أن نصف الدماغ الأيسر لا يعرف ما يفعل النصف الأيمن والعكس بالعكس الشكل (5.30)



الشكل 5.30: تجربة سبيري على مريض بدماغ مشطر. سيرد المريض شعوباً على مؤشر بصري («الخاتم» في هذه الحالة) مقدّم إلى النصف الدماغي الأيسر، وفي

الوقت نفسه تقوم اليد اليسرى على نحو صحيح باسترجاع (استرداد واكتشاف) أشياء تقدم إلى القسم الدماغي الأيمن على الرغم من إنكار الشخص معرفتها شفويًا، وعندما يطلب من الشخص تسمية شيء اختارته اليد اليسرى فيسمى المؤثر الذي يقدم لقسم الدماغ الأيسر

ولو وصفت سترة أمام مثل ذلك المريض تقف بصرياً أشياء مثل «مفتاح»، شوكة» «رسالة» أو «عدد» يمكنه، عندئذ، أن يسمي شيئاً ما إذا مالمسه بيده اليمنى (يذهب إلى نصف الدماغ الأيسر) أو إذا لمحه حقله البصري الأيسر. ولكنه لا يستطيع تسميته إذا ماسطع اسم الشيء أمام حقله البصري الأيمن على الرغم من قدرته على الإشارة إلى صورته أو اختياره بيده اليسرى وقد أظهر البحث الذي قام به سييري وآخرون أن نصف الدماغ الأيسر هو المسيطر، عند معظم الناس، في تعابير اللغة المكتوبة والشفوية. أما في إدراك الكلام، فيعرض نصف الدماغ الأيمن بعض الإدراك أو الفهم، على الرغم من سيطرة نصف الدماغ الأيسر الواضحة

وقد صمم زاديال «Zadell» عدسات لاصقة خاصة تُستخدم بموشورات ومرايا لفصل الحقل البصري اليمنى والحقل البصري اليسرى في عين واحدة. وهكذا يمكن توجيه الصور البصرية باتجاه أحد نصفي الدماغ عند الناس الذين يعانون من عطب Corpus Callosum ويضعون رقعة فوق إحدى عينيهم وبوساطة مثل تلك الطرق يمكن تقديم جمل مكتوبة وعبارات متغلوبة التعقيد إلى كل من نصفي الدماغ مستقلاً وتظهر النتائج بوضوح أن نصف الدماغ الأيسر أكثر تعقيداً فيما يتصل باللغة، حيث يمكن قراءة حل كاملة منه، بينما لا يمكن قراءة سوى كلمات منفردة من الحجاب الآخر

ودرس مسألة تحديد إدراك الكلام عند الناس العاديين أيضاً، وثمة دراسة كلاسيكية في علم وظائف الأعصاب وإدراك الكلام هي دراسة كيمورا «Kimura» بشأن السيطرة الدماغية من خلال استخدام المؤثرات الثنائية. وتذكر أنت أنه في الاستماع الثنائي يذهب صوت إلى أذن واحدة ويذهب صوت آخر إلى الأذن المعاكسة، ويرسل كلا الصوتين من خلال السماعات الرئيسية. استخدم كيمورا أرقاماً محكية، وعندما سئل من خضع للتجربة أن يروي ما سمع، ارتكب أخطاءً بسبب المؤثرات المتصارعة،

وارتكب الأشخاص في المؤثرات المرسلة إلى الأذن اليمى أخطاء أقل من تلك التي ارتكبوها في المؤثرات المرسلة إلى الأذن اليسرى ويعرف هذا التأثير بـ «ميزة الأذن اليمى» ويشار إليه بـ «FEA». واعتمد كيمورا في تفسيره لهذا التأثير على الدليل التشريحي المتمثل في أن عدد العصبونات السمعية العابرة باتجاه المتجانب المعاكس من الفص الصدغي يفوق عدد تلك التي تذهب مباشرة نحو الفص المتجانب نفسه وهكذا، فإن المعلومات التي ترسل على طول الألياف العصبية للعصب الثامن من قوقعة الأذن تظهر تفوقاً على الأذن اليسرى في دقة إدراك الكلام. وانتهى كيمورا إلى القول إن نصف الدماغ الأيسر متخصص في إدراك الكلام

ووجد شانكو يلى «Shankweiler» وستدري كيندي «Studdert-Kennedy» في سلسلة من الدراسات أنه عندما قدمت مقاطع عديدة المعنى مثل /ba/، /ta/ أو /ga/ على نحو شاذي لمستمعين يستخدمون يمينهم أظهرت الأذن اليمى تفوقاً ضئيلاً ولكن ثابت. وقد حصل التفوق في الأذن اليمى في المقاطع المؤلفة من صوت وقف - صائت في الكلام المركب أو الكلام الطبيعي لكن الصوائت الثابتة الصفة لم تظهر أية ميزة أدبية ثابتة

ويرتكب المستمعون أخطاء أقل في الإدراك عندما تقاسم المقاطع المتضادة سمّة فونيمية فعلى سبيل المثال يمكن أن يروي المستمع أنه سمع /da/ في أدن و /ta/ في الأذن الأخرى على نحو صحيح لأنها تقاسم مكان النطق إلا أنه ربما لم يكن ممكناً الإستجابة لـ /da/ و /ka/ المتضادتين بالدقة نفسها وعندما يقاسم الزوج المتضاد سمّة الحرك /da/ و /ba/ بدلاً من /da/ و /ga/ يزداد معدل الدقة أيضاً. لكن تقاسم مكان الطق يعطي دقة أكبر من تقاسم سمّة الحرك ولا توجد لها ميزة أدبية على أية حال وتكون كلتا الأذنين في حال أحسن عندما تقاسم الأزواج الثنائية سمات وقد أظهر كتينك «Cutting» و «دي» «Day» وفيجوريت «Vigorite» أن ميزة الأذن اليمى تتجلى في أقوى أشكالها في أصوات الوقف المتباينة، وعلى نحو أقل في الأصوات السائلة، Liquids، وفي أدن صورها، إن كانت هناك ميزة، في الصوائت.

إلا أن ميزة الأذن اليمى تظهر إذا جعل اختار الصوائت المتباينة الشاذي أكثر تعقيداً وتوحد الاختلافات بين الصوائت والصوامت، التي لوحظت في دراسات

الإدراك التصنيغي في الدراسات الثنائية أيضاً. ويمكن الإمساك أو الاحتفاظ بالصوائت في الذاكرة السمعية لفترة أطول لأنها تتمتع بأمِد أطول وشدة أعلى، لكن إدراكها على نحو تصنيغي يكون أقل، ومن ثم تعطي ميزة أذن يميني أصعب، لكنه لا يحتفظ بأصوات الوقف في الذاكرة السمعية إلا لفترة قصيرة جداً لأنها أقل سهولة للتحليل السمعي بسبب قصرها وانخفاض شدتها النسبية، إلا أنها تميز وتصنف حالاً وتعطي ميزة أذن يميني قوية. وقد أوضحت هذه النتائج من خلال وضع مُعالج صوتي خاص في نصف الدماغ الأيسر أو، بدلاً من ذلك، من خلال اقتراح أن نصف الدماغ الأيسر مجهز خاصة لتحليل مؤثرات صعبة سريعة التعبير.

وقد ركزت اختبارات السمع الثنائية من كلمات، ومقاطع وأصوات غير كلامية وقد طلب من خضع للتجربة أن يتحدث عن كلا المؤثرين، أو المؤثر الأقوى أو أن يصغي أذنًا واحدة مرة واحدة. واستخدمت الأشرطة الثنائية في اختبار أشخاص ذوي تطوّر لغوي عادي وغير عادي وتعدّ هذه الاختبارات بأمل استخدامها وسائل تشخيصية للحصول على معلومات حول التحديد الدماغي.

وأحد الاكتشافات المهمة والمتعة أنّ المستمعين العاديين الذين قدم لهم زوج من مؤثر ثنائي بمؤثر عدم تزامن استهلاكي قدره 100 ميلي - ثانية، استطاعوا تحديد المؤثر الثاني بدقة تفوق دقة تحديد المؤثر الأول، ويسمى هذا «تأثير التأخير» لأن الأشخاص يكونون أفضل في الحكم على المؤثر المتأخر وذلك مثال للتقنيع التراجعي حيث يقع المقطع الثاني المقطع الأول وهنا مرة أخرى، لو اشترك المقطعان بالحهر أو ببعض السمات الأخرى، فلن يكون هناك سوى تأثير تقنيغي قليل أو تأخير محدود ورغم ذلك، وكما يتوقع المرء، فإنه على قدر ما تكون صوائت المقاطع متشابهة سمعياً يكون التقنيع التراجعي واضحاً، كما وضع ذلك بيسوي «Pisoni» ومكاتب «McNabb» وهكذا يبدو أن التشابه بين الصوائت يصدر تأثير تقنيغ تراجعي يمكن شرحه على المستوى السمعي، في حين يبدو أن تقاسم سمة الصوت يسهل الإدراك ويمكن تفسيره على المستوى السمعي أو المستوى الصوتي.

ويأتي آخر قسم في دليل التحديد الدماغي لإدراك الكلام من تسجيلات تحطيط الدماغ الكهربائي التي تُجرى على سطح رؤوس الأشخاص الذين يستمعون الكلام.

وقد سجل وود «Wood» وجوف «Goff» ودي «Day» إستجابات سمعية مثارة لعشرة أشخاص يستعملون يماهم، عندما كانوا يملنون مهمتي تحديد على سلسلة من مؤثرات كلام مركب لثقلان في تحول F_0 و F_2 . وقد عُدَّت المهمة الأولى لغوية لأن الأشخاص حددوا المقاطع إما بوصفها /ba/ أو /da/ من خلال الضغط على أزرار إستجابة مناسبة. وعُدَّت المهمة الثانية غير لغوية لأنه طلب من الأشخاص تحديد مقاطع /ba/ على أن تكون مخصصة أو مرتفعة في درجة النغم. وقد أجريت التسجيلات من نصفي الدماغ، ومن مواقع مركزية وهوق المناطق الصدعية أثناء كل مهمة. وكانت الجهود المثارة من نصف الدماغ الأيمن متساوية في كل من المهمتين اللغوية وغير اللغوية. إلا إن أنماط نصف الدماغ الأيسر اختلفت في المهمة الأولى عنها في المهمة الثانية وقد فُسرَت هذه النتيجة بأن التحليل أو المعالجة السمعية تحدث في نصفي الدماغ، لكنَّ تحديد الفونيمات متوضع في نصف الدماغ الأيسر.

ويحدث شيء ما محدد في نصف الدماغ الأيسر عندما نستمع إلى الكلام، ولا نعرف ما إن كان ذلك نوعاً من التحليل السمعي لمؤثرات عابرة صعبة أو شكلاً من أشكال التحليل اللغوي مثل استخلاص السمات أو تحديد الفونيمات ضمن أصناف أو فئات. ولأنَّ أي تحليل يفترض وجود ذاكرة قصيرة المدى، دعنا نناقش ما يُعتقد بشأن فاعلية الذاكرة في إدراك الكلام.

الذاكرة وإدراك الكلام Memory And Speech Perception

عندما يعرف شخص لغة ما يجب أن يعني هذا أنه اخترق قواعد تلك اللغة ومعجمها في ذاكرة طويلة الأمد. وتحتوي القواعد على القوانين الفونولوجية، والقوانين النطقية لإصدار الكلام، بالإضافة إلى القوانين التركيبية والدلالية لتلك اللغة. وتستخدم هذه القواعد بوصفها مرجعاً في إصدار الكلام، وكذا في إدراكه أيضاً. إننا نسمع أنماطاً كلامية نحللها، ونرجع إلى معلوماتنا المختزنة عن الأنماط الكلامية حول تلك اللغة، كي ندرك ونميز ماذا قيل.

يعتقد أنه يوجد أيضاً ذاكرة قصيرة الأمد للأحداث السمعية. وقدم البحث الجاري إمكانية شكيل للذاكرة السمعية القصيرة الأمد. الأول: عبارة عن صدى

قصير لحدث سمعي يستمر عدة وحدات من ميلي - ثانية فحسب . ويمكن أن تقدم هذه الصورة السمعية نفسها على شكل طيف عصبي يستبدل باستمرار بمعلومات جديدة .

أما الثانية : فهي ذاكرة سمعية أطول أمداً، سماها كراودر «Crowder» ومورتن «Morton» «مستودع ما قبل التصنيف السمعي» ودلّ عليها تأثير الحداثة بوضوح فعندما تقدم قائمة من مفردات (مقاطع، أرقام) إلى مستمعين كي يتذكروها، ينحدر الأداء من المفردة الأولى إلى الثانية إلى المفردة الأخيرة بتقديم ملحوظ، لكنّ الإبحار ينعكس تماماً في آخر مفردة ويميل المستمعون إلى تذكر آخر مفردة في القائمة بأعلى درجات الدقة . ويكون تأثير الحداثة في القوائم التي تحتوي على تغيرات في الصوائت أعلى منه في القوائم التي تحتوي على تغيرات في الصوامت . ولا تظهر القوائم التي تختلف في الصوامت المجهورة فحسب إلا تأثير حداثة صغير للغاية . وأحد تفاسير هذا التأثير هو أن المفردة الأخيرة لا تعاني من تدخل من مفردة لاحقة، ومن ثمّ يمكن لتحليل الصوتي أن يحدث من دون بقطاع أو توقف . ويقترح داروين أنه بما أن المفردات المتشابهة سمعياً، مثل الصوامت، مربكة أو مشوشة سماعياً، فإنها تظهر تأثير حداثة قليلاً للغاية يموت بسرعة في مستودع ما قبل التصنيف السمعي . لكنّ المفردات المتميزة سماعياً، كالصوائت مثلاً، توضع كي تبقى فترة أطول في مستودع ما قبل التصنيف السمعي ، وهي متوفرة من أجل تحليل سمعي أدق، مما يسر عنه تأثير الحداثة .

أما في الكلام الطبيعي ، فيغلب أن يدرك المستمع جدولاً من أصوات أكثر تنافراً سمعياً من سلسلة /ba/ ، /da/ ، /ga/ التي تركب عادة في المخبر . وإن كان الأمر كذلك، فيمكن لمستودع ما قبل التصنيف السمعي للمادة الصوتية أن يعمل على الحدول الكلامي بكامله، مما يسمح بوقت للتحليل المقطعي والتحليل ضمن المقطع نفسه ويشير ستدرت وكيندي إلى أننا في حاجة إلى مستودع ذاكرة لعدة ثوان كي يساعدنا في تمييز الأنماط الإيقاعية وإدراكها في درجة النغم، وتمييز الأنماط السيرة النسبية لأنها تستغرق تلك الفترة .

Neuro Physiological Development And Perception

يعمل النظام السمعي عند الرضيع البشري على نحو مذهش، كما شاهدنا حديثاً من دراسات تمييز الرضيع للأصوات. ويبدو أن حساسية الطفل مولعة خاصة لسماع الأصوات المميزة في الكلام الشري.

إن حدوث مرحلة البأأة، على الرغم من اعتبارها غير لغوية، يشير إلى مرحلة تشكيل الربط الحسي - الحركي. إن الرضيع، الذي أظهر براعة سمعية منقطعة النظير، يطور ببطء مقدرات إصدار الكلام، وهكذا، يمكنه إقامة علاقات متناظرة بين الأحداث التلقية والنتائج السمعية. ويكشف الرضيع، في مرحلة البأأة قبل تطور الكلام، حساسيته لأنماط درجة النغم عند المتكلمين الآخرين من خلال تقليدهم ومحكائهم

وينظر واتيكار (Whitaker) أن الاتصالات بين منطقة فيرنكا ومنطقة بروكا تنشط خلال فترة تتوقف البأأة فيها مؤقتاً. ويمكن تسجيل معيرة سماعية للغة المحكية في مجتمع الرضيع في هذه المرحلة (انظر الفصل السابع لمزيد من بحث المعيرات السمعية فيما يتعلق بأغاني الطيور) وهكذا، فعندما يبدأ الرضيع التكلم، وعمره لا يتجاوز السنة تقريباً، يكون قد أصبح متحمساً للغة معينة ولهجة قومه الخاصة. وسوف يحدث تأخير في اكتساب اللغة إن لم تنشط الاتصالات بين مراكز إصدار الكلام ومراكز إدراكه على نحو حسن. يمكن للطفل أن يسمع الصوت ولكنه يفشل في ربط الصوت بالكلام، ومن ثم سيجد صعوبة في تعلم الكلام نفسه.

وثمة مفهوم هام في وظائف الأعصاب وإصدار الكلام هو المرحلة الحرجة أو الهامة في تعلم الكلام. وتتصل المرحلة الحرجة لكل من إصدار الكلام وإدراكه وخاصة بمقدرة وصل إصدار الكلام بإدراكه. وقد ادعى لينيرغ، وينفيلد وروبرتس، كل متفرقين، أن المرحلة الحرجة تستمر حتى سن البلوغ وإن تعلم لغة قبل سن البلوغ أسهل من تعلمها بعده، وخاصة تعلم أصوات اللغة. ويعتقد أيضاً أن التحديد الدماغى يتم عادة في سن البلوغ، لكن هناك بعض الدلائل التي تشير إلى

أن سيطرة النصف الأيسر في الكلام ربما بدأت في سن مبكرة، وربما من لحظة الولادة. ووجد كيمورا أن REA مؤسس جيداً عند الأطفال الذين لم يتجاوزوا الرابعة في الكلام المقدم ثنائياً. وتتعلق المرحلة المخرجة في تعلم اللغة بمرونة وظيفة الدماغ التي تقل وتصمحل في الكبر. وقد وصع سن البلوغ حداً أعظمياً خارجياً، وعلى قدر ما يكون الطفل أصغر تكون مترابطات تعلم اللغة العصبية مطواعة أكثر وهكذا، سرعان ما تعالج الحبة الكلامية المكتسة عند طعل من خلال تولي نصف الدماغ الآخر مسؤوليات القيام بوظيفة القسم المعطل نفسها وتسمح المرونة العصبية، خلال المرحلة المخرجة، للأطفال أن يعوضوا من خلال تأسيس مركز لغوي في منطقة غير معطلة أو مصابة من الدماغ، بينما يفقد الكبار (الذين أصيبوا بحبة كلامية) حرية الوصول إلى مستودع لغوي مؤسس مقدماً، ولا يملكون سوى مرونة عصبية محدودة لا تسمح لهم بتأسيس مستودع جديد.

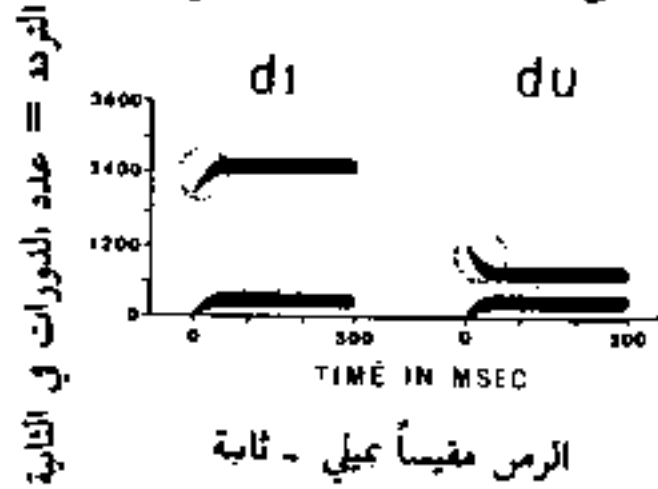
نظريات إدراك الكلام Theories Of Speech Perception

يقول شخص ما «نغلبكم في كرة القدم». كيف يبدأ المستمع باستخلاص المعلومات الضرورية في فهم المراد أو المطلوب، وإذا تركت جانباً العمليات الدلالية والتركيبية التي يجب أن تحدث فكيف يتم عزل الأحداث الصوتية من جدول الصوت. هناك مجموعتان هامتان من النظريات حول كيفية إنجاز ذلك، تنظر إحدى هذه المجموعات إلى المستمع على أنه سليلي سبياً وتعّد عملية إدراك الكلام حسية أساساً، حيث يُحس بالرسالة، تصفى، وتنظم بعد ذلك، مباشرة، وفق سمات تلك اللغة الصوتية. بينما تعطي النظريات الأخرى المستمع دوراً أكثر شاطئاً وترى أن عملية إدراك الكلام تضم بعض مظاهر إصدار الكلام، حيث يُحس بالأصوات، وتحلل إلى صماتها السمعية من خلال الرجوع إلى كمية إصدار هذه الأصوات، وهكذا، يتم إدراكها وساقش بعض النظريات الشطة أولاً، وبعد ذلك، بعض النظريات الحسية السلية، وأخيراً النظرية المحكمة، وتلك فكرة تصل إصدار الكلام بإدراكه من منظور مختلف قليلاً.

Active Theories

النظريات النشطة (الفاعلة)

هناك نظريتان أساسيتان في إدراك الكلام تؤكدان بعض الرجوع إلى إصدار الكلام وهما: نظرية ليرمان وزملائه «الحركية» من مخترعات هاسكس، ونظرية ستيفن وهالي والتحليل عن طريق التركيب من معهد ماسوشوستس للتكنولوجيا وقد ولدت كل من هاتين النظريتين من جهود في محاولة إيجاد تناظر واحد - لواحد بين القويمات وإشارة الكلام السمعية إنه من الصعب إيجاد دلائل سمعية ثابتة أو مستقرة لكل فونيم. وغالباً ما يستشهد في نقصان الثبات في الإشارة السمعية بأمثلة $/d/$ - $/t/$ كما في الشكل (5.31) حيث يؤدي تحول عابر صاعد وآخر هابط وظيفة الدلائل السمعية لـ $/d/$ ، أما في مثال $/p/$ - $/k/$ فتدرك فيه دفقة هوائية بنفس التردد بوصفها فونياً مختلفاً قبل تشكيلات موجية عميرة في صوائت مختلفة.



الشكل 5.31: أنماط مركبة (مصطنعة) تظهر مقاطع $/d/$ و $/t/$. لاحظ الفرق في اتجاه تحول التشكيل الموحى الثاني.

وهكذا نجد أن نقصان التناظر بين الحوادث السمعية المستقلة والعويمات المنفصلة يعمل في كلتا الطريقتين؛ حيث يمكن لحوادث سمعية مختلفة أن تدرك كأها العويم نفسه، بينما يدرك الحدث السمعي نفسه بوصفه فويمات مختلفة في السياقات المختلفة. يقيد السياق الدلائل السمعية، وتبث بالتواري، ولن يكون الكلام وافياً بالعرض لو تبث وأدرك فونياً واحداً في كل مرة. يسمى ليرمان عملية وضع الدلائل

السمعية في الكلام بـ «التكوين»، ولذلك فإن الترجمة ضرورية لفك رموز الإشارة والوصول إلى الفونيمات. وتكون المقاطع المؤلفة من صوت وقف ـ صائت عالية ويجب أن تدرك بوصفها مقطعاً قائماً بنفسه، فالهويمات لا توجد منفصلة في الرمز أو الإشارة السمعية. وتفترض النظرية الحركية أن الآلية التي يستحضرها المستمع للتوسط بين الإشارة السمعية والمعلومات الصوتية أو الفونيمية هي معرفة المستمع النطقية. وتساعد حقيقة كون الشر متكلمين ورائة على إدراكهم للكلام حتى لو منعهم عجز ما من التكلم على نحو عادي. وبما أن الحلق المشترك يسبب «التكوين» السمعى، ربما ساعدت المعرفة اللاشعورية بالقواعد والقوانين النطقية وديناميكيات المجرى الصوتي في فك رموز الإشارة السمعية.

ونقطة أخرى تدعيها النظرية الحركية هي أن الكلام صفات إدراكية معينة، ويدرك على نحو مختلف عن الإشارات السمعية الأخرى، وتقتصر ميزة الأذن اليمنى في بعض الأصوات والإدراك التصنيفي لبعض الأصوات الكلامية الأخرى أن عملية معينة تستحضر في فك الرموز الكلامية وقد تحدث نتائج دراسة الحيوان والرضع على إدراك الكلام التصيغي، وإظهار أن بعض الإشارات السمعية غير الكلامية تحلل في صورة أصناف وفي قسم الدماغ الأيسر، هذه الفرصة وتفقد المقولة القائلة أن هناك عدداً قليلاً من الدلائل السمعية اللامتغيرة ماضرة للفونيمات بعضاً من قوتها أيضاً عندما يعدّ المرء دلائل العلاقات دلائل هامة وحساسة ولكنها ليست دلائل مطلقة، وأن المقطع هو أصغر وحدة إدراكية لم يعثر على تناظر مباشر مع الفونيمات في المادة الحسية النطقية، وكذا في المادة الحسية السمعية. ومن الصعوبة إيجاد الفونيم في نشاط عضلي مستقل وواضح أو حتى في حركات مستقلة وواضحة. ويبدو الكلام، على كافة المستويات، شيئاً ديناميكياً يقيد السياق.

وكما رأينا، تظهر الدراسات عبر اللغات أن التوقعات اللغوية هامة في الإدراك والفهم، والمعرفة النطقية مهمة أيضاً حيث يفشل المستمعون في إدراك تجمعات صوتية لا يمكن للمجرى الصوتي صنعها أو إصدارها وإدراكهم مقيد بتوقعاتهم، ويعتمد ذلك على معرفة إمكانيات إصدار الكلام. فقد وجد دورمان، ورافائيل، ولبرمان، على سبيل المثال، أنه لو سمع المستمعون /εbdε/، فإنهم يسمعون عادة دلائل إضلاق /b/، وتحرير /d/، ولكن لو ركبنا دلائل /b/ و /d/ وقورب

بينهما على محور الزمن، بحيث لا يمكن إصدارها من قبل المجري الصوتي الإنساني، لأجابه المستمعون، عندئذ، بأنهم لم يسمعوا صوت الوقف الأول مطلقاً، ولكن سمعوا تحرير /EdE/ فحسب. ولو أصدر صوت /Eb/، لأجابه المستمعون بأنهم سمعوا /EdE/، حتى لو كان التقارب بينهما على أعظم درجاته

وهكذا يكشف البحث الذي يقود إلى النظرية الحركية أهمية الدلائل النسبية، وأهمية السياق، وأهمية المعرفة اللغوية والنطقية في إدراك الكلام.

وتشبه نظرية التحليل بالتركيب، وهي محاولة أخرى لشرح إدراك الكلام في وجه العدد القليل من دلائل الفويحات اللامتغيرة، النظرية الحركية في أن المستمع يرجع إلى إصدار الكلام، لكن الرجوع هنا سمعي أكثر منه نطقياً. ويعتمد على نظام من التكافؤ أو الإسجام، حيث يستقبل المستمع نمطاً سمعياً ويحلله من خلال استنباط النموذج سمعي لإصداره هو نفسه، يسمع المستمع [bura] يفترض أنها «beat» يقوم بتركيب عصبي سريع لها بنفسه، ولو تكافأت الأنماط أو انسجمت، لقبل عندئذ إدراكه على أنه صحيح، وما هو ميرة إيجابية لنظرية فاعلة من هذا النوع أنه يمكن للمستمع أن يطبق معرفته على القواعد الفونولوجية عندما ينفذ أو يقوم بالتركيب الأولي، ومن ثم يمكنه أن يجعل الاختلافات التي يسببها معدل الكلام السريع والتشوهات الأخرى عادية.

ويشير عمل جستوفش وكلاس وكوزمن «Chistovich, Klass & Kuzmin» في لينينغراد إلى أهمية معرفة إصدار الكلام في إدراكه. وتظهر تجاربهم الظلالية، التي يقول فيها شخص ما رسالة غير متوقعة، على قدر ما أوتي من سرعة ويسمعا عبر سماعات أذنية، أن الظلالين يبدوون بإصدار صامت قبل أن يسمعوا كامل الدلائل المتعلقة به. ويشير هذا الإكتشاف إلى أن الدلائل الواقعة في بداية المقطع تشير إلى ما سيلحق أو سيأتي، ويرجع المستمعون الأنماط القادمة مباشرة إلى أنماط نطقية حركية، قبل أن يفهموا الرسالة كاملة

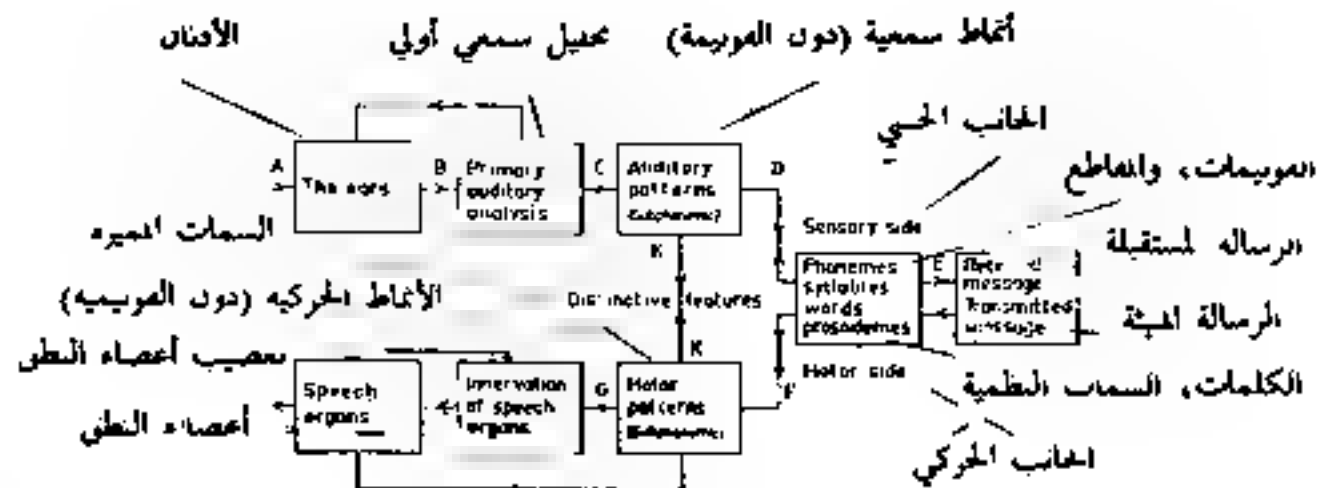
تؤكد النظريات الفاعلة في إدراك الكلام أهمية المعرفة اللغوية، والمعرفة النطقية، والمعرفة بخرج المجري الصوتي المتنوع، ومعرفة التأثيرات السياقية في فك رموز الكلام.

Passive Theories

النظريات السلبية

تولي النظريات السلبية في إدراك الكلام آليات المستمع الحسية والمرشحة أهمية خاصة، ويصحح دور معرفة إصدار الكلام فيها في موقع ثانوي هامشي لا يستحلم إلا في الظروف الصعبة.

ينظر فانت في استكھولم إلى إدراك الكلام على أنه حسي، وتشارك الآلية الإدراكية آلية إصدار الكلام في قائمة من السمات المميزة (الشكل 5.32)، لكنه لا حاجة للمستمع بأن يرجع إلى إصدار الكلام كي يفهمه أو يدركه فالمرآة اللغوية في الدماغ مشتركة في كل من الرسائل القادمة والخارجة، لكنه ينظر إلى المراكز المسؤولة عن المظاهر دون الفويفية، والأكثر ثانوية في إصدار الكلام وإدراكه على أنها مستقلة



الشكل 5.32 نموذج فانت للآليات الدماغية في إدراك الكلام وإصداره راجع النص لمزيد من التفاصيل

ووفقاً لهذا النموذج السلبي، كما يبدو في (الشكل 5.32) فإن إدراك الكلام سوف يتقدم وفق خط A B G D E، بينما يكون طريق إدراك الكلام في النموذج الفاعل وفق A B C K F E.. ووجهة نظر فانت أنه بما أن المستمعين قد تعرضوا للغة، فإنهم يتحسسون الأنماط المتميزة في الموجة الصوتية، ولا يحتاجون للرجوع إلى مقدرتهم في

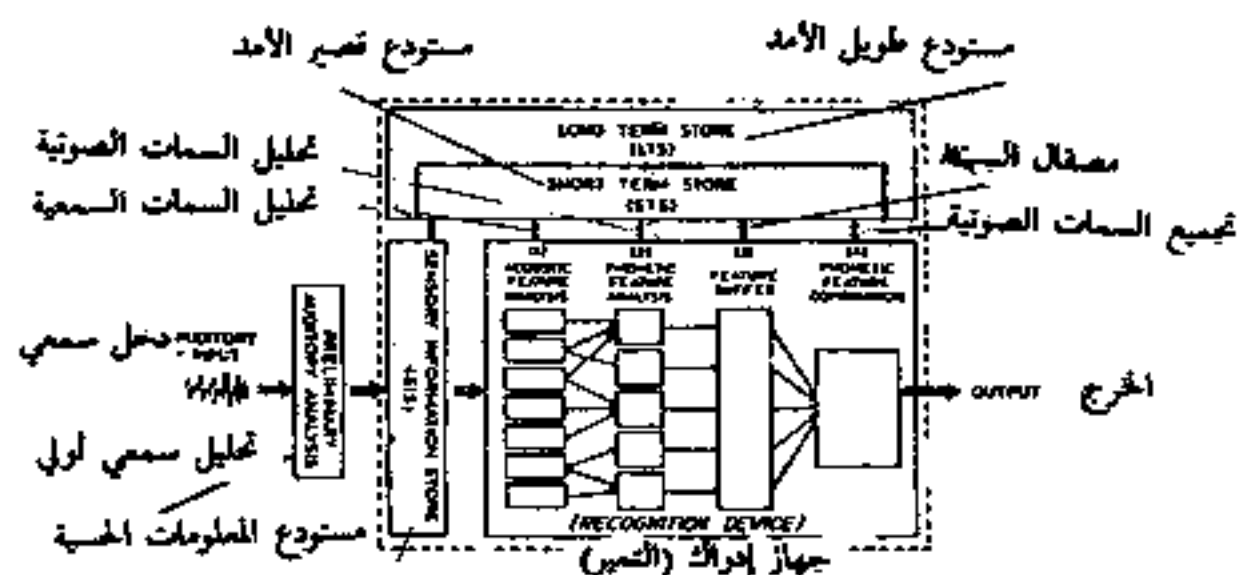
إصدار الكلام إلا عندما يستمعون تحت ظروف غير عادية و يقيم مورث وبرودبست نظرية مماثلة، ويشاطران فانت الاعتقاد بأنه يمكن للمستمع أن يفك الرموز الكلامية مباشرة، على الرغم من أنه يمكن الرجوع إلى إصدار الكلام عندما تكون مهمة إدراك الكلام صعبة كما هي الحال في الكتابة الصوتية.

وهناك مفهومان نظريان، بإدراك الكلام، سلبان أساساً في تأكيدهما، وهما: الإنسجام أو التناظر المعيري، وفكرة مكشافات السمة، ويظهر مفهوم المعيرة السمعية من التحارب على أعالي الطيور وكما سيفصل الفصل السابع، فإن الطائر يولد مبروداً بنسخة أولية بدائية من الأغنية المميزة لجنسه. وتتلور هذه المعيرة عند الطائر الصغير عندما يسمع الكبار تغنيها في البيئة المحيطة، وبعد ذلك يعينها بنفسه، ويساوي بين جهوده المبذولة بالمعيرة المحزونة. ويقترح مارليز (Marler) أنه ربما يتقدم الرضع البشر بمشي مشابه عندما يتعلمون الكلام ويمكن الحصول على مفهوم مشابه لإصدار الكلام عند الكبار. يمكن أن يكون الكبار قد خزنوا أنماطاً كلامية مجردة (معيرات)، وعندما يستمعون الكلام يساويون بين الأنماط السمعية القادمة بالمعيرات المخزنة.

واستعيدت فكرة مكشاف السمة من بحوث الرؤية حيث تتحسس خلايا عصبية معينة في قشرة الدماغ مظهراً أو جانباً محدداً من الصورة. فعلى سبيل المثال، هناك مكشافات خاصة بالخطوط الأفقية وبالمقارنة، يعتقد أن يكون مكشاف السمة في الكلام حساساً لمؤثرات معقدة معينة كتحويلات التشكيل الموجي الثاني مثلاً أما في البداية، فقد فُسرَت دراسات التكيف وفق شروط نظرية مكشاف السمة. فلو نتج عن تكرار مؤثر معين تحول في تحديد الفونيم، لكان يعتقد أن سبب التحول هو تعب مكشاف تلك السمة المعينة بسبب الإثارة المترايدة. وفُسرَت دراسات الرضع ضمن هذه الشروط أيضاً. حيث كان يعتقد أن الأطفال يتحسسون سمات معينة أو محددة وتنطوي هذه النظرية صمناً على منهج فطري، حيث ينظر إلى البشر على أنهم يمتلكون مقدرة لغوية فطرية على شكل مستقلات عصبية خاصة مولفة على سمات الكلام المميزة العالمية

أما في الوقت الحاضر، فإن بعض المنظرين يتعدون عن فكرة مكشاف السمة الصوتية نحو فكرة مكشافات السمة السمعية. وقد قام بسوني وسوسح Pisoni

Sawusch* بمحاولة دمج السمات السمعية والسمات الصوتية في نموذج لتمييز الكلام ويفسر هذا النموذج أيضاً وجود مستودع قصير المدى يستقدم المعلومات من خزان طويل الأمد خلال فترة الإدراك والتمييز. ويذهب الكلام المميز من ذلك، حالاً إلى التحليل العنولوجي والتركيبى والدلالي (الشكل 5.33). ووفقاً لهذه النظرية تنظم السمات التي اكتشفتها مقدرة المكشافات السمعية ضمن نظام من السمات الصوتية كما كشفت ضمن مقطع كامل، وبعد ذلك تتركب أو تجمع ضمن مصفوفة سمات أولية خاضعة لتحليل أدق. ولا تناقش نظرية مكشاف السمة العلاقة بين إصدار الكلام وإدراكه، إنها نظرية حول المرحلة الحسية المشتركة في النظريات الفاعلة والنظريات السلبية، وقد ضُمت إلى هذه الفقرة لأن تأكيدها الأساسي حسي الجوهر.



الشكل 5.33: نموذج بوني وسوج لإدراك الكلام. تحلل كل من السمات الصوتية والسمعية. ويظهر المستودع القصير الأمد في هذا النموذج على نحو خاص

ويجمع بعض الباحثين بين أفكار النظريات السلبية والنظريات العادلة. فعلى سبيل المثال، رغم اقتناع كول وسكوت بالأغودج السلمي، فإنهما يفترضان أن إدراك المقطع يرفقه استخدام دلائل ثابتة ودلائل أخرى يحكمها السياق. ففي [sa] من Soccer- ينظر إلى دليل الإحتكاك في [s] على أنه ثابت، لكنّ هناك دلائل يحكمها السياق في كل من [k] و [s > kə] موروثة في التحولات من حالات التشكيلات الموجية المميزة الثابتة لـ [s] وإليها، بأنها يتغقا مع لبرمان في أن التحولات هامة في تزويد المستمع بإدراك الترتيب الزمني للأصوات في المقطع، ويقترح سكوت وكول أن

الدلائل الثابتة والدلائل المتغيرة تحتفظ باستقلاليتها من حيث هي دلائل على الرغم من استخدام المستمعين لكلية في الكشف عن المقطع وتعطي الدراسات حول تأثير السمع المتكرر برهاناً على طبيعتها المنفصلة. فعلى سبيل المثال، لو سمع شخص المقطع [ɔd] على نحو متكرر، فإن إدراكه سيتقسم من طرف إلى هسهسة مقبلة بالإحتكاك وإلى [da] من الطرف الآخر مقبلة بالتحول وحالة القسم الصائت الثابتة وبالإضافة إلى الدلائل الثابتة والدلائل التي يقيدها السياق، يقترحان دليلاً ثالثاً هو شكل الموجة الذي يلزم في إطار زمني أطول بوصفه حقائق حول الشدة النسبية، والفترة ودرجة المعجم.

Quantal Theory

النظرية المُحكّمة

لقد اقترح سيميز النظرية المُحكّمة، التي لا تشكل نظرية متخصصة بإدراك الكلام تماماً، بوصفها صيغة تصل التغيرات النطقية بالنتائج السمعية، لكنها تنطوي على بعض التطبيقات لنظرية حول إدراك الكلام. إن افتراض النظرية المُحكّمة الأساسي هو أنه يوجد انقطاع بين مواقع التعيرات النطقية والتغيرات السمعية الناتجة في الخرج. هناك مناطق في المجري الصوتي لا تسبب الاختلافات المستمرة الصغيرة في الموقع النطقي سوى اختلاف صغير أو لا يذكر في الخرج السمعي. لكنّ هناك بعض المناطق تشكل الاختلافات النطقية الصغيرة فيها اختلافات سمعية كبيرة؛ وأي تبديل بسيط في الوضع النطقي في هذه المناطق الحساسة سيسبب قفزة محكمة ضمن شروط التغير الصوتي. ومثال واضح عن هذا الانقطاع يظهر واضحاً في صبح التغيرات النطقية المتدرجة من [ɔ] إلى [ɔ̃]. حاول أن تحرك مكان التصيق اللساني - الحنكي من موقع [ɔ] الخلقي سبباً باتجاه الأمام وبلدجات متساوية نحو [ɔ̃] يمكنك أن تسمع اختلافات صغيرة للعناية في الصوت طالما يتحرك التصيق على طول الحنك خلف الحافة اللثوية، لكنه عند وصوله الحافة اللثوية مباشرة، يحصل هناك تغير مباشر وكبير في تردد نطاق الصخب الإحتكاكي. هناك قفزة محكمة لـ [ɔ̃] وأمام حدود [ɔ̃] - [ɔ̃] هناك منطقة أخرى ذات تأثير سمعي صغير لطبقة واسعة سبباً من التعديلات النطقية. يمكن تحريك التصيق إلى الأمام على طول الحافة اللثوية وخلف مطع القواطع المركزية بتغير صوتي قليل. وهكذا نجد أن هناك مناطق نطقية لا تسبب

التعيرات الكبيرة في إصدار الأصوات فيها سوى تأثير صغير على الخرج السمعي، وهناك مناطق أخرى ينتج عن التغيرات النطقية الصبغة فيها فونيم مختلف سمعياً

وقد أظهر ستيفنز الانقطاع السمعي بوصفه مسبباً للتأثيرات السمعية في نصيقات الصوامت البلعومية والحلقية. ويقترح أن لغات العالم المختلفة قد استفادت من هذه المناطق ذات التغير السمعي القليل من أجل تغيرات في مكان النطق في تطوير مناطق لنطق صوامت.

ويبدو أن هندسة المجرى الصوتي تفسر جزئياً المبدأ المحكم حيث تتخلق مناطق ذات تعيرات طوبوغرافية صغيرة بتحريك المصيق (التصيق) من المزمار نحو الشفاه ك: الجدار البلعومي، والحك، والحافة اللثوية، والشفاه، لكن هناك انقطاعات بنائية أو تركيبية كبيرة بين هذه المناطق وينطبق المبدأ المحكم على منطقة أمام المضيق وخلفه، ولكنه ليس على التعيرات الخاصة بارتفاع اللسان. وعلى الرغم من أن ستيمر وبيركل قد اقترحا تمييزاً عاماً بين الصوائت المرتفعة والصوائت المنخفضة وفقاً للاختلافات السمعية والاختلافات علاقة اللسان بأعضاء الطق الأخرى، لكنه ربما كان صحيحاً أن تعيرات موقع اللسان في الصوائت يمكن إنجارتها على نحو متصل تقريباً. ولا تحدث تغيرات محكمة سمعية أثناء تعديل المتكلم المستمر من /v/ إلى /æ/ أو من /æ/ إلى /a/ لأنه ربما كان المجرى الصوتي يرداد انفتاحاً باستمرار.

وذكرنا كل هذا بالطريقة غير المستمرة التي نفهم من خلالها تعيرات مستمرة في الصوامت والطريقة الأكثر استمرارية التي ندرك فيها الصوائت الثابتة الصفة لفترة ما ويصف ستيفنز الانقطاعات السمعية، لا الانقطاعات الإدراكية، ويجدها في تغيرات التشكيلات الموجية المميزة الحقيقية، وفي دراسات إدراك الكلام التي نوقشت مقدماً فقد كانت المؤثرات المستخدمة في الاختبارات الإدراكية تغيرات بحظي أو درجات سمعية متساوية (شكل لا يمكن للإنسان فعله بسب طبيعة هندسة المجرى الصوتي غير المستمرة)، ومع ذلك، فقد كان المستمع يدركها وفقاً للطبيعة المحكمة الموروثة في المكان الطقي. وإن لم يشكل هذا دعماً لطرية فاعلة في إدراك الكلام، فإن هذه النتائج تشير على الأقل إلى أن نظام الإنسان السمعي يتحسس خاصة للتغيرات السمعية التي يصدرها نظام النطق الإنساني

مرجع الفصل الخامس

BIBLIOGRAPHY

General Readings

- Bartlett, F. C., *Remembering*. Cambridge, England: University Press, 1932. Reprinted in 1960.
- Narwin, C. I. The Perception of Speech. In *Handbook of Perception*, Vol. 7: Language and Speech. E. C. Carterette and M. P. Friedman (Eds.) New York: Academic Press, 1979. pp. 175-228.
- Denes, P. and Piesson, E. N. *The Speech Chain*. New York: Bell Telephone Laboratories, Inc. 1963.
- Tant, G., Descriptive Analysis of the Acoustic Aspects of Speech. *Logos* 5, 1962, 3-17.
- Studdert-Kennedy, M. Speech Perception. In *Contemporary Issues in Experimental Phonetics*. N. J. Lass (Ed. Springfield, Ill. Charles C. Thomas, 1975, pp. 243-283.

Hearing

- Durrant, J. D., and Lovrinic, J. H., *Buses of Hearing Science*. Baltimore: The Williams and Wilkins Co. 1977.
- Fletcher, H. *Speech and Hearing in Communication*. Princeton, N. J. Van Nostrand, 1953. First published as *Speech and Hearing* in 1929.
- Geldard, P. A. *The Human Sense*. New York: Wiley & Sons, 1963.
- Heinrichs, H. L. F., *On the Sensations of Tone*. New York: Dover, 1961. Reprint of translation by A. J. Ellis, London: Longmans, Green and Co. 1875.
- Kiang, N. Y. S. and Moxon, E. C. Tails of Tuning Curves of Auditory Nerve Fibers. *J. Acoust. Soc. Am.* 55, 1974, 620-630.
- Stevens, S. S. (Ed.), *Handbook of Experimental Psychology*. New York: Wiley & Sons, 1951.
- Stevens, S. S. and Davis, H. *Hearing*. New York: Wiley & Sons, 1938.
- Van Bregeljk, W. A., Pierce, J. R. and David, E. E. Jr., *Waves and the Ear*. London: Heinemann, 1961.
- Von Békésy, G. *Experiments in Hearing*. New York: McGraw-Hill, 1960.
- Wever, E. C., and Lawrence, M., *Physiological Acoustics*. Princeton, N. J. University Press, 1954.

Acoustic Cues

Vowels, Diphthongs, and Semivowels

- Carlson, R., Fant, G., and Crossnara, B., Two-Formant Models, Pitch, and Vowel Perception. In *Auditory Analysis and Perception of Speech*. G. Fant and M. A. A. Tatham (Eds.) New York: Academic Press, 1975. pp. 55-82.
- Delattre, P., Liberman, A. M., Cooper, F. S., and Gerstman, L. J., An Experimental Study of the Acoustic Determinants of Vowel Color: Observations on One- and Two-Formant Vowels Synthesized from Spectrographic Patterns. *Word* 8, 1952, 195-210.
- Pent, G. A Note on Vocal Tract Size Factors and

- Non-Uniform F-Pattern Scalings. *Q. Prog. Status Rep. Speech Transmission Lab.* 4, 1966, 22-30.
- Fry, D. B., Abramson, A. S., Finna, P. D., and Liberman, A. M. The Identification and Discrimination of Synthetic Vowels. *Lang. Speech* 5, 1962, 171-189.
- Guy, T. A Perceptual Study of American English Diphthongs. *Lang. Speech* 13, 1970, 66-88.
- Gerstman, L. J. Classification of Self-Normalized Vowels. *IEEE Trans. Aud. Electroacoust.* AU-16, 1968, 78-80.
- Joos, M. A. Acoustic Phonetics. *Language Suppl.* 24, 1948, 1-126.
- Ladefogert, P. and Broadbent, D. E. Information Conveyed by Vowels. *J. Acoust. Soc. Am.* 39, 1967, 98-104.
- Liberman, P., On the Evolution of Language: A Unified View. *Cognition* 2, 1973, 39-55.
- Lundblom, B. E. F. and Studdert-Kennedy, M., On the Role of Formant Transitions in Vowel Recognition. *J. Acoust. Soc. Am.* 42, 1967, 830-843.
- Lisker, L., Minimal Cues for Separating /w,r,l,y/ in Intervocalic Position. *Word* 13, 1957, 256-267.
- Nordström, P.-E., and Lundblom, B. A Normalization Procedure for Vowel Formant Data. Paper Presented at 8th International Congress of Phonetic Sciences, Leeds, England, August, 1975.
- O'Connor, J. D., Gerstman, L. J., Liberman, A. M., Delattre, P. C., and Cooper, F. S. Acoustic Cues for the Perception of Initial /w,r,l,y/ in English. *Word* 13, 1957, 22-43.
- Strange, W., Verbrugge, R. R., Shankweiler, D. P., and Edman, T. R., Consonant Environment Specifies Vowel Identity. *J. Acoust. Soc. Am.* 60, 1976, 213-221.
- Verbrugge, R. R., Strange, W., Shankweiler, D. P., and Edman, T. R., What Information Enables a Listener to Map a Talker's Vowel Space? *J. Acoust. Soc. Am.* 60, 1976, 198-212.

Nasals, Stops, Fricatives, and Affricates

- Ali, J., Callaghan, T., Goldstein, J., and Demilloff, R. Perception of Coarticulated Nasality. *J. Acoust. Soc. Am.* 49, 1971, 538-540.
- Cooper, F. S., Delattre, P. C., Liberman, A. M., Borst, M., and Gerstman, L. J. Some Experiments on the Perception of Synthetic Speech Sounds. *J. Acoust. Soc. Am.* 24, 1952, 587-608.
- Delattre, P. C., Liberman, A. M., and Cooper, F. S. Acoustic and Transitional Cues for Consonants. *J. Acoust. Soc. Am.* 27, 1955, 769-773.
- Jones, J. Effect of Duration on the Perception of Voicing. *J. Acoust. Soc. Am.* 27, 1955, 761-764.
- Harris, K. S. Cues for the Discrimination of American English Fricatives in Spoken Syllables. *Lang. Speech* 1, 1966, 1-7.
- Hough, A. S., Analog Studies of Nasal Components. *J. Speech Hear. Disord.* 22, 1957, 190-204.
- Kuhn, G. M. On the Front Cavity Resonance and its

- Possible Role in Speech Perception. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 428-433.
- Liberman, A. M., Delattre, P. C. and Cooper, F. S. The Role of Selected Stimulus-Variables in the Perception of the Unvoiced Stop Consonants. *Am. J. Psychol.* LXV, 1952, 487-518.
- Liberman, A. M., Delattre, P. C. and Cooper, F. S. Some Rules for the Distinction between Voiced and Unvoiced Stops in Initial Position. *Lang. Speech* 1, 1958, 153-167.
- Liberman, A. M., Delattre, P. C., Cooper, F. S. and Gerstman, L. J. The Role of Consonant-Vowel Transitions in the Perception of the Stop and Nasal Consonants. *Psychol. Monogr. (Gen. Appl.)* 68, 1954, 1-13.
- Liberman, A. M., Delattre, P. C., Gerstman, L. J. and Cooper, F. S. Tempo of Frequency Change as a Cue for Distinguishing Classes of Speech Sounds. *J. Exp. Psychol.* 57, 1956, 137-137.
- Liberman, A. M., Harris, K. S., Eimas, P., Laker, L. and Bastian, T. An Effect of Learning on Speech Perception: The Discrimination of Durations of Silence with and without Phonemic Significance. *Lang. Speech* 4, 1964, 174-185.
- Laker, L. and Abramson, A. S. A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops. *Acoustical Measurements Word* 20, 1964, 384-423.
- Maidment, A. Acoustic Cues for Nasal Consonants. *Language* 32, 1956, 274-278.
- Mermelstein, P. On Detecting Nasals in Continuous Speech. *J. Acoust. Soc. Am.* 52, 1977, 340-347.
- Miller, G. A. and Nicely, P. E. An Analysis of Perceptual Confusions among Some English Consonants. *J. Acoust. Soc. Am.* 27, 1955, 338-352.
- Raphael, L. J. Providing Vowel Duration as a Cue to the Perception of the Voicing Characteristic of Word-Final Consonants in American English. *J. Acoust. Soc. Am.* 51, 1972, 1298-1308.
- Raphael, L. J. and Drinnan, M. F. Perceptual Equivalence of Cues for the Fricative-Affricate Contrast. *J. Acoust. Soc. Am.* 61, 1977, 545 (A).
- ### Suprasegmentals
- Belinger, D. W. and Gerstman, L. J. Disjuncture as a Cue to Consonants. *Word* 13, 1957, 346-356.
- Fry, D. B. Experiments in the Perception of Stress. *Lang. Speech* 1, 1958, 129-132.
- Fry, D. B. Prosodic Phenomena. In *Manual of Phonetics*, B. Maclure (Ed.) Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1968, pp. 383-418.
- Hadding-Kash, K. and Studfort-Kennedy, M. An Experimental Study of Some Intonation Contours. *Phonetica* 13, 1956, 173-183.
- Labate, I. *Suprasegmentals*. Cambridge, Mass: M. I. T. Press, 1970.
- ### Categorical Perception
- #### Adults
- Abramson, A. S. and Laker, L. Voice-Timing Perception in Spanish Word-Initial Stops. *J. Phonetics* 1, 1973, 1-8.
- Chang, J. L., Diehl, J. L. and Buchwald, S. F. Perception Switching in Bilinguals. *J. Acoust. Soc. Am.* 62, 1977, 881-894.
- Fry, D., Abramson, A., Eimas, P. and Liberman, A. M. The Identification and Discrimination of Synthetic Vowels. *Lang. Speech* 5, 1962, 171-188.
- Fujisaki, H. and Kawashima, T. Some Experiments on Speech Perception and a Model for the Perceptual Mechanism. *Acoust. Phys. Inst. (Tokyo Univ.)* 28, 1970, 207-214.
- Liberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S. and Griffith, R. C. The Discrimination of Speech Sounds within and across Phoneme Boundaries. *J. Exp. Psychol.* 54, 1957, 288-288.
- Laker, L. and Abramson, A. S. A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops. *Acoustical Measurements Word* 20, 1964, 384-423.
- Miyawaki, K., Strange, W., Verbrugge, R. R., Liberman, A. M., Jenkins, J. J. and Fujimori, O. An Effect of Linguistic Experience: The Discrimination of /r/ and /l/ by Native Speakers of Japanese and English. *Percept. Psychophys.* 16, 1974, 221-248.
- Stevens, K. N., Liberman, A. M., Studfort-Kennedy, M. and Olson, S. Cross-language Study of Vowel Perception. *Lang. Speech* 12, 1969, 1-23.
- Strange, W. and Jenkins, J. J. The Role of Linguistic Experience in the Perception of Speech. In *Perception and Experience*, R. D. Walk and H. L. Pick (Eds.), New York: Plenum Press, 1971, pp. 125-168.
- #### Infants and Animals
- Eimas, P. D. Speech Perception in Early Infancy. In *Infant Perception*, L. B. Cohen and P. Salapach (Eds.), New York: Academic Press, 1975, pp. 10-231.
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P. and Vigorito, J. Speech Perception in Infants. *Science* 171, 1971, 283-288.
- Jusczyk, P. W. Perception of Syllable-Final Stop Consonants by Two-Month-Old Infants. *Percept. Psychophys.* 21, 1977, 490-494.
- Kuhl, P. K. and Miller, J. D. Speech Perception by the Chimpanzee: Voiced-Voiceless Distinction in Alveolar Plosive Consonants. *Science* 190, 1975, 69-72.
- Morse, P. A. Infant Speech Perception: A Preliminary Model and Review of the Literature. In *Language Perspectives: Acquisition, Retention, and Intervention*, R. L. Schiefelbusch and L. L. Lloyd (Eds.), Baltimore: University Park Press, 1974, pp. 19-32.
- Morse, P. A. Speech Perception in the Human Infant and the Rhesus Monkey. *Conference on Origin and Evolution of Language and Speech*, Ann. N. Y. Acad. Sci. 200, 1975, 100-100.
- Morse, P. A. and Sawchen, C. T. An Investigation of Categorical Speech Discrimination by Rhesus Monkeys. *Percept. Psychophys.* 17, 1975, 9-20.
- Waters, K. R. and Wilson, W. A., Jr. Speech Perception by Rhesus Monkeys: The Voicing Distinction in Syllable-Final Labial and Velar Stop Consonants. *Percept. Psychophys.* 26, 1979, 288-288.

Auditory and Phonetic Analysis

- Carey, A. E., and Widin, C. P. Acoustic Discrimination within Phonetic Categories. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 528 (A).
- Cutting, J., and Resser, B. S. Categories and Boundaries in Speech and Music. *Percept. Psychophys.* 18, 1975, 384-390.
- Simon, P. D., and Carbit, J. B. Selective Adaptation of Linguistic Feature Detectors. *Cognitive Psychol.* 4, 1972, 39-59.
- Platt, D. B., and Loefer, J. M. Categorical and Noncategorical Modes of Speech Perception along the Voicing Continuum. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 225-233.
- Strong, W. The Effects of Training on the Perception of Synthetic Speech Sounds: Voice Onset Time. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, 1973.

Perception and Learning

- Bremer, C. D. Discrimination and Identification of Synthetic Speech by a Child Exhibiting Voicing Confusions in Production. Paper presented at ASA meeting, Washington, D. C. 1975.
- Simon, C., and Fearing, A. J. Cross-language Study of Speech-pattern Learning. *J. Acoust. Soc. Am.* 52, 1975, 1-433.
- Stevens, K. N., and Egan, D. H. Rate of Formant Transitions in the Voiced-Voiceless Distinction for Stops. *J. Acoust. Soc. Am.* 58, 1975, 653-658.
- Williams, L. Speech Perception and Production as a Function of Exposure to a Second Language. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, 1974.
- Zetlin, M. A., and Kuzugakouchi, R. A. Development of the Voicing Contrast: Perception of Stop Consonants. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 341-353.

Production and Perception

- Ausnit, L. F., and Frish, J. V. Auditory Discriminability and Consistency of Articulation of /r/. *J. Speech Hear. Disord.* 39, 1974, 79-89.
- Barnes, G. J. Use of Feedback in Established and Developing Speech. In *Speech and Language: Advances in Brain Research and Practice*, Vol. IV. M. J. Lees (Ed.), New York: Academic Press (in press).
- Coshi, M., and Galloway, E. A Psycholinguistic Account of Why Children Do Not Detect their own Errors. Paper presented at ASHA meeting, Detroit, 1972.
- Coto, M. Auditory Perception by Normal Japanese Adults of the Sounds 'L' and 'R'. *Neuropsychologia* 6, 1971, 317-323.
- Kernfeld, J. E. What Initial Clusters Tell Us About the Child's Speech Code. *Q. Prog. Rep. Res. Lab. Electron. M. I. T.* 28, 1971, 219-231.
- Leitch, T. L., and Katz, X. J. Memory for Speech and Speech for Memory. *J. Speech Hear. Res.* 16, 1973, 174-189.
- McRynolds, L. W., Kahn, J., and Wilkins, C. C.,

Articulatory-Defective Children's Discrimination of their Production Errors. *J. Speech Hear. Disord.* 40, 1975, 327-338.

- Moayad, P., and Anderson, S. Children's Identification and Reproduction of /r/, /s/ and /z/. *J. Speech Hear. Res.* 12, 1969, 39-52.

Neurophysiology of Speech Perception

- Bertin, C. Hemispheric Asymmetry in Auditory Tests. In *Contemporary Issues in Experimental Phonetics*, N. J. Lees (Ed.), New York: Academic Press, 1976.
- Cutting, J. E. A Parallel between Echoic Memory and the Ear Advantage: Evidence from an Ear-Memorizing Task. *J. Acoust. Soc. Am.* 52, 1973, 238 (A).
- Darwin, C. J. Ear Differences in the Recall of Fricatives and Vowels. *Q. J. Exp. Psychol.* 23, 1971, 49-62.
- Darwin, C. J. Echotic Backward Masking of Complex Sounds. *Q. J. Exp. Psychol.* 23, 1971, 309-311.
- Day, R. S., and Vigorito, J. M. A Parallel between Echoic Memory and the Ear Advantage: Evidence from a Temporal-Order Judgment Task. *J. Acoust. Soc. Am.* 52, 1973, 958 (A).
- Gardner, H. *The Shattered Mind*. Westminster, Md. Knopf, 1973.
- Gazzaniga, M. S., and Sperry, R. W. Language after Section of the Corpus Callosum. *Brain* 86, 1967, 131-148.
- Godfrey, J. J. Perceptual Difficulty and the Right Ear Advantage for Vowels. *Brain Lang.* 4, 1974, 223-236.
- Goodglass, H., and Geschwind, D. Language Disorders Aphasia. In *Handbook of Perception*, Vol. 7. Language and Speech. E. C. Carterette and M. P. Friedman (Eds.), New York: Academic Press, 1970, pp. 385-428.
- Kennard, D. Correlates Dominance and the Perception of Verbal Stimuli. *Can. J. Psychol.* 15, 1961, 169-171.
- Klimm, D. Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening. *Cortex* 2, 1967, 169-176.
- Leinhardt, E. M. *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley & Sons, 1967.
- Milner, B. (Ed.), *Hemispheric Specialization and Reorganization*. Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1972.
- Penfield, W. L., and Roberts, L. *Speech and Brain Mechanisms*. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1958.
- Pisoni, D. B., and McNabb, R. D. Dichotic Interactions of Speech Sounds and Phonetic Feature Processing. *Brain Lang.* 4, 1974, 381-392.
- Shankweiler, D. P., and Buckner-Kennedy, M. Identification of Consonants and Vowels Presented to Left and Right Ears. *Q. J. Exp. Psychol.* 16, 1967, 49-63.
- Sperry, R. W., and Gazzaniga, M. S. Language Following Surgical Disconnection of the Hemispheres. In *Brain Mechanisms Underlying Speech and Language*. C. H. Milroy and F. L. Darby (Eds.) 1967.

- New York: Gross and Stratton, pp. 100-125.
- Studdert-Kennedy M. and Garickson D. P. Memory Spheric Speculation for Speech Perception. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1970, 1075-1084.
- Warren, R. M. Vowel Transformation Effect and Auditory Perceptual Mechanisms. *Psychol. Bull.* 74, 1968, 107-110.
- Wiese, M. and Munro A. S. Perception of Dichotically Presenting Vowels. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1971, 11-16.
- Wernicke, C. *Der aphorische Symptomencomplex*. Breslau: Franck and Wagner, 1896.
- Whitaker M. A. Neurobiology of Language. In *Handbook of Speech Perception*, Vol. 1. Language and Speech. F. C. Catterall and M. P. Friedman (Eds.). New York: Academic Press, 1970, pp. 309-410.
- Wood, C. C. Auditory and Phonemic Levels of Processing in Speech Perception: Neurophysiological and Information Processing Analysis. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept.* 106, 1970, 3-20.
- Wood, C. C., Loft W. R. and Day E. E. Auditory Evoked Potentials during Speech Perception. *Science* 171, 1971, 1440-1442.
- Zukin, E. Linguistic Competence and Related Functions in the Right Cerebral Hemisphere of Man. Unpublished doctoral dissertation, Calif. Institute of Technology, 1971.

Memory and Speech Perception

- Cole, R. A. Different Memory Functions for Consonants and Vowels. *Cognitive Psychol.* 6, 1974, 30-36.
- Courcier, R. G. Visual and Auditory Memory in Language by Ear and Eye. The Relationship between Speech and Reading. J. F. Kavanagh and L. W. Gregg (Eds.). Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1971, pp. 249-276.
- Crowder, R. G. and Morton, J. Phonological Acoustic Storage (PASS). *Percept. Psychophys.* 1, 1969, 150-171.
- Darwin, C. and Radstone, A. D. Acoustic Memory and the Perception of Speech. *Cognitive Psychol.* 8, 1976, 49-60.
- Munro, D. W. Perceptual Image Processing: Temporal and Frequency Aspects of Auditory Perception. *Psychol. Rev.* 78, 1971, 126-143.
- Nelson, D. A. *Memory and Attention*. New York: Wiley & Sons, 1968.
- Studdert-Kennedy M., Shankweiler, D. P. and Schuman, S. Opponent Effects of a Delayed Channel on Perception of Mechanically and Manually Presented CV Syllables. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1970, 600-608.

Theories of Speech Perception

- Abbs, J. H. and Rummen, M. M. Neurophysiological Feature Detectors and Speech Perception: A Revision of Theoretical Implications. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 21-36.
- Ades, A. E. How Phonemic is Subjective Adaptation?

- Experiments on Syllable Duration and Environmental Percept. *Psychophys.* 26, 1974, 81-88.
- Bailey P. Perceptual Adaptation for Acoustical Features in Speech. *Speech Perception Report on Speech Research in Progress, Series 2*. Belfast: Psychology Department, The Queen University, 1973, pp. 25-36.
- Chistovich, I. A., Russ, V. A. and Kuzmin, Y. I. The Problem of Speech Sound Discrimination. *Vopr. Psichol.* 6, 1968, 20-30.
- Cole, R. A. and Smith, R. Toward a Theory of Speech Perception. *Psychol. Rev.* 81, 1974, 268-276.
- Campy W. E. Adaptation of Phonetic Feature Analysis for Plans of Articulation. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1970, 617-627.
- Campy W. E. and Blumstein, S. A Labial Feature Analysis in Speech Perception. *Percept. Psychophys.* 16, 1974, 391-400.
- Coffman, M. F., Raphael, L. J. and Liberman, A. M. Some Experiments on the Sound of Silence in Phonetic Perception. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1970, 1518-1520.
- Fest L. Auditory Patterns of Speech Models for the Perception of Speech and Visual Form. W. Wether-Dunn (Ed.). Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1967, pp. 1-12.
- Lane, H. A. The Mirror Theory of Speech Perception: A Critical Review. *Psychol. Rev.* 73, 1966, 278-300.
- Liberman, A. M. The Grammars of Speech and Language. *Cognitive Psychol.* 1, 1970, 301-320.
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. S. and Studdert-Kennedy M. Perception of the Speech Code. *Psychol. Rev.* 76, 1967, 401-407.
- Marler P. A Comparative Approach to Vowel Development: Song Learning in the White-crowned Sparrow. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 71, 1970, 1-25.
- Morton, J. and Brandt, D. F. Passive versus Active Recognition Models or Is Your Homunculus Really Necessary? in *Models for the Perception of Speech and Visual Form*. W. Wether-Dunn (Ed.). Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1967, pp. 107-110.
- Olson, R. K. and Sawusch, J. R. Some Stages of Processing in Speech Perception. In *Structure and Process in Speech Perception*. A. Cohen and S. C. Neustatter (Eds.). Berlin: Springer-Verlag, 1970, pp. 10-20.
- Stevens, E. H. The Quantal Nature of Speech: Evidence from Articulatory Acoustic Data. In *Human Communication: A Unified View*. E. H. David, Jr. and P. B. Denes (Eds.). New York: McGraw-Hill, 1971, pp. 1-40.
- Stevens, E. H. Further Theoretical and Experimental Issues for Quantal Plans of Articulation for Communication. *Q. Prog. Rep. Res. Lab. Electron.* 16, 1, 1970, 340-422.
- Stevens, E. H. and Mills, M. Comments on Analysis by Synthesis and Descriptive Patterns. In *Models for the Perception of Speech and Visual Form*. W. Wether-Dunn (Ed.). Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1967, pp. 20-30.

- Stevens, K. N., and House, A. S. Speech Perception. In *Foundations of Modern Auditory Theory*. Vol. 2, J. Tobias (Ed.) New York: Academic Press, 1972. pp. 3-57.
- Stevens, K. N., and Perkeil, J. S. Speech Physiology and Phonetic Features. In *Dynamic Aspects of Speech Production*. M. Sawashima and J. S. Cooper (Eds.). Tokyo: University of Tokyo Press, 1977. pp. 323-341.
- Studdert-Kennedy, M., Liberman, A. M., Harris, K. S., and Cooper, F. S., Motor Theory of Speech Perception. A Reply to Lane's Critical Review. *Psychol. Rev.* 77, 1970, 234-249.
- Whitfield, I. C., and Evans, E. F. Responses of Auditory Cortical Neurons to Stimuli of Changing Frequency. *J. Neurophysiol.* 28, 1965, 655-672.

الفصل السادس

أجهزة البحث في علم الكلام Research Tools In Speech Science

أن نعرف أننا نعرف ما نعرف، وأننا لا نعرف ما لا نعرف، تلك هي المعرفة الحقيقية ثورو والدين (مستشهداً بكونفيشيوس).

إن هدف البحث هو إيجاد أجوبة عن أسئلة بشأن أنفسنا وبشأن العالم المحيط بنا. وربما لا يمكن تحقيق هذا الهدف كاملاً لأنه يجب على نتائج البحث أن تصفى من خلال إدراكنا لها. وهي في أحسن الأحوال مجرد تجريدات للواقع. ومع ذلك، فإن عملية البحث هي وسيلة دراسة أقسام من طواهر مركبة معقدة بهدف توحيد الأقسام في فهم أفضل. وهناك عدة طرق في البحث عن أحوية تستخدم دراسة الصوتيات طريقتين منها وهما الملاحظة والتحرية

Observational And Experimental Research بحوث الملاحظة والتجربة

يعتمد أسلوب الملاحظة على تسجيل حوادث مفرص تنظيم علائق فيما بينها. أما في الأسلوب التجريبي، فتراقب العلائق تحت ظروف مصوطة يبذل فيها المجرب التغيرات التحريبية بانتظام.

وأحد الأمثلة للبحث الذي يعتمد على علم مادة مجموعة من خلال الملاحظة هو تنظيم الدالات المتعلقة بوظائف الأعضاء الفيزيولوجية من خلال تسجيلها فعلى سبيل

المثال، يقيس الباحث المهتم بالعوامل الضابطة للتردد الأساسي في الكلام التردد الأساسي، وخرج عدد من العضلات الحرجية، وصعط الهواء التحجري. وعليك مراقبة العلائق كعلاقة نشاط العضلة الدرقية - الحلقائية في التردد الأساسي أثناء الجهر. وفي مثال آخر، يمكن فحص الأطياف الصوتية لمقارنة أنماط التشكيلات الموجية المميزة، وأنماط الصخب بالسماط (الصوتية) كالفرق بين طمقات التردد العالي في احتكاك /ك/ و /س/ في سياقات صوات مختلفة.

ويمكن استخدام الأسلوب التجريبي في دراسة الصوتيات الفيزيولوجية المتعلقة بوظائف الأعضاء. وقد تكون التسجيلات النموذجية التجريبية على النحو الآتي تقارن الألفاظ الكلامية التي تصدر عادياً (حالة الصبب) بالألفاظ نفسها تحت حالة أو طرف أو شرط تجريبي كالمصدر الصمي مثلاً كي يلاحظ تأثيرات إزالة الحساسية على الكلام، فهي هذا المثال يكون المتحول التابع هو الكلام (والمحول الذي يُراقب لأية تغيرات حاصلة) ويكون التابع المستقل (المتحول الذي يتحكم به الباحث) هو وجود الحدار أو عيانه

إن استخدام الأسلوب التجريبي شائع في دراسات إدراك الكلام. فمن خلال صبب غمط الترددات، والشدة، والتوقيت في مؤثرات الكلام المركب، يمكن استخدام التغيرات لاكتشاف ما التأثيرات الإدراكية التي يمكن أن تفعّلها عند المستمعين وعلى نحو مماثل، يمكن استخدام مؤثرات الكلام العادي في تجارب إدراك الكلام ويمكن للمتحول المستقل أن يكون زرع طقطقة في كلام مسجل، أو حذف بعض أجزاء الرسالة، أو تشويه الإشارة وفي مثل هذه التصميم التجريبية، ستكون الطريقة التي تُدرك فيها الأصوات بعد التغيرات هي المتحول التابع

وعندما يتوافر الجهاز أو الآلة لدى الباحثين، كما حدث بقدم الطيف الصوتي، وتخطيط العضل الكهربائي، يأتي حين من الوقت يحيل البحث فيه إلى الملاحظة والمراقبة، مثل مقارنة الأنماط السمعية في الطيوف أو أنماط النشاط العضلي في تسجيلات EMG بالسماط، والأصوات الكلامية، أو مقاطع الكلام ويحدث عادة أن فترة تنظيم النتائج في نظريات أو نماذج تختبر بعد ذلك من خلال استخلاص افتراضات تجريبية من نظرية عامة واسعة، وتصميم عدة تجارب أو تجربة واحدة لاختبارها وتسمى الطريقة وتنفع بتوافر المعلومات المتوفرة. وهكذا يكمل البحث التجريبي ويبحث الملاحظة كلّ

منها الآخر. وينطوي بحث الصوتيات على دراسة منتظمة لوظائف الأعضاء في إصدار الكلام، والخاصيات البدنية والسمعية للمرر الكلامي، وإدراك المستمعين للأصوات الكلامية.

Some Instruments

بعض الأجهزة

يجب أن يعرف علماء الكلام كيف يستخدمون من الأجهزة العديدة المناسبة في بحوث الكلام. وعلى الحملة يمكن تقسيم المعروضات الآلية على مجموعتين: تختص الأولى بتحليل المخرج الكلامي سمعياً أو فيزيولوجياً، وتختص الثانية بتحليل الدخول. كما في جمع استجابات المستمعين في بحوث إدراك الكلام. يصور الشكل (6.1) بياناً بالأجهزة أو الآلات الأساسية المستخدمة غالباً في تحليل المخرج الكلامي. يسجل صوت المتكلم بطرائق عدة متنوعة. وتضم الإمكانيات تسجيل الإشارة السمعية، وحركة عصبو النطق أو بعض الحوادث الفيزيولوجية الأخرى المتصلة بوظائف الأعضاء مثل الضغط الهوائي أو النشاط العضلي ويمكن تحويل الإشارات المسجلة أو تعديلها بواسطة مصححات الصوت أو مضخماته، أو المصافي، أو استخدام آلات التكميل، أو يمكن عدّه وإحصاءه واستخراج متوسطه بواسطة حاسوب قبل عرضه.

معدلات - محولات	معدلات - محولات	معدلات - محولات	معدلات - محولات
الشدة	مصححات (مكبرات)	مصححات	أجهزة عرض
مصححات	مصححات	مصححات	الشاشة CRT
آلة تكامل	شريط	شريط	محددات - مثبتات
التردد	سمعي	سمعي	الأطراف الصوتية
مصافي	بصري	بصري	محددات y-x
معدلات	فيزيولوجي	فيزيولوجي	مسكوكورد
الوقت - لرسم	فيلم	فيلم	كاشف الكذب الخيري
أمرار انتقائي	أشعة x	أشعة x	أجهزة قياس
موقف	سيميائي	سيميائي	منشابه
صاغظ			رقمي
عند: موسع، مطول			ساعات

الشكل 6.1 أجهزة تستخدم في تحليل إصدار الكلام

تُعرض الإشارات المختلفة، أحياناً، بواسطة مقاييس أو جهاز مراقبة أو مرسمة الدبذبة، وهذه تشبه شاشات التلفاز. وهناك شكل عرض يدوم أطول وهو السح الواصف وذلك مصطلح يستخدم للدلالة على مادة بحث على قطع ورقية يمكن تحليلها حتى بعد انقضاء التجربة. وتصدر المرسومات المحبوبة ومرسمات x, y ، والتصوير العادي أو السيمائي، والأطراف الصوتية سحاً واصفاً وتصوير الكلام السيمائي الملوري هو أسلوب بحث يعتمد على صفوف حرج مركبة من الأجهزة، والمسجل هو آلة تصوير حركية تسجل صوراً شعاعية لمجرى المتكلم الصوتي من مصحح صورة يصحح الصورة الشعاعية من خلال زيادة التباين بين عدة أجزاء فيها والفلم المطهر هو للعرض، حيث يمكن تحويله إلى رسوم بواسطة تحليل الفلم صورة صورة وبديل آخر هو أنه يمكن تسع نقطة مُعلّقة بذاتها في عصفو بطق من صورة إلى صورة، وتصور على حاسوب مراقب يمكن الحصول على نسخة واصفة منه

Acoustic Phonetics

الصوتيات السمعية

إن الأجهزة المستخدمة في تحليل الأصوات الكلامية متوافرة في معظم أقسام الكليات التي تعرض برامج دراسات وبحوث في الكلام والسمع، ومتوافرة أيضاً حتى في تلك الأقسام التي لا تحتوي إلا على أجهزة قليلة في دراسة وطائف أعصاء الكلام. إن استخدام آلات التسجيل الشريطية، ومرسمات الدبذبات الصوتية أصبحت عالمية تقريباً، وأصبح الطيف الصوتي معروف على نحو متزايد أيضاً.

Recording Speech

تسجيل الكلام

العديد من شديده التدقيق في اختيار أجهزة تحليل الكلام وتقويمها واستخدامها، ومع ذلك نظل غير مهتمين بالطريقة التي سجل فيها الصوت نفسه والهدف من التسجيل الشريطي إنما هو التقاط إشارة كلامية صافية بأقل قدر ممكن من التشويه، ومستوى قليل من الصخب المحيط. إن موقع التسجيل شرط مهم للغاية. وتمثل

مقصورة مصفحة سمعياً، بجدران تمتص الصوت (كما في الشكل 6.2) حيث يجلس فيها المتكلم أمام مذياع «ميكروفون» والباب معلق، موقفاً مثالياً، وإن لم تتوافر المقصورة المصفحة سمعياً فإن ما يفي بالغرض غالباً هو تسجيل الكلام في غرفة هادئة ذات قمرينات سمعية أو بطانيات أو مواد أخرى ماصة للكلام، ويتم التسجيل في أهدأ أوقات اليوم. إذ تكون الغرفة التي في داخل المبنى عادة أهدأ من الغرف المطلّة على شارع مزدحم، إلا إذا وقعت الأولى بجوار مصنع المني.



الشكل 6.2 متكلم يسجل صوته في مقصورة مصفحة سمعياً (جامعة تيمبل)

ويستجيب المذياع «الميكروفون» للموجات الضغطية وبحول الاختلافات الضغطية إلى إشارات كهربائية مختلفة على محور الزمن. وتنقل الإشارات إلى رأس التسجيل في آلة التسجيل، حيث تبدل الإشارة الحقل المغناطيسي، ومن ثم تصع أو تفرص نمطاً على الغطاء الأكسيلي المعدني في الشريط السمي البلاستيكي. واختيار المذياع مهم أيضاً حيث يث مذياع أحادي الاتجاه على بعد عدة سنتيمترات من شفاه المتكلم معدّل إشارات أعلى من معدل الصخب في مذياع متعدد الاتجاهات يستجيب على نحو مساوٍ للمتكلم والأصوات الأخرى القادمة من الجهات الأخرى في الغرفة. ويجب على آلة التسجيل (الشكل 6.3) أن تحرك بسهولة، وأن تمتلك مقدرة إعاء فعالة وتنظيفة، وأن تسجل، وأن تمتلك رؤوس إعادة وأن تحتوي على مقياس مناسب يقيس درجة الشدة



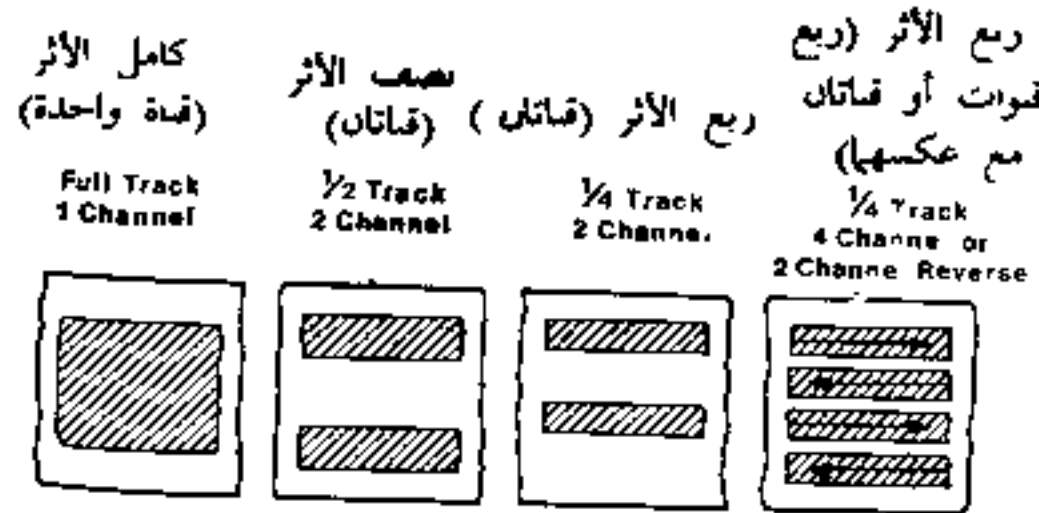
الشكل 6.3 مسجل مشوه من نكزة إلى أخرى (جامعة بيم)

ومقياس جهارة (وحدة جهارة لصوت) الموحدة - علة آلات تسجيل
ليس الأفضل في قياس - الحاري، لأنه لا يسجيب كافية إلى اختلافات
الشدة الواسعة في مثل - إشارات ولذلك فإنه من الأداء مؤثر وحدة جهار
الصوت تحت لمطقه آخر - قليل في قسم الصوتت وهو حجم الكبير أو الحمل
الرائد أثناء التسجيل حد - قدرة آلة التسجيل، ولذلك فإن نقص القسم السعوي
العالية مما يؤدي إلى تسجيل إشارة مشوه

هناك خيارات في سرعات الشريط في آلة التسجيل عادة، فهي - المثال، يمكن لآلية
السحب أن تسحب مسعة «ثبات» ونصف «الإش» من - ربط عبر الرؤوس في
ثانية واحدة أو 3.75 إنشا فقط في كل ثانية وكلها إردادات السر - أفضل لأنه لا يلتقط
سوى سحب قليل عندما يمر الشريط فوق الرؤوس -

ويختلف عرض الشريط في نماذج مختلفة من آلات التسجيل، وغالباً ما تكون
الأمثلة في أجهزة التسجيل (الكاسيت) أصبق من تلك المستخدمة في أجهزة التسجيل
التي تستخدم المكبرات. وتستخدم آلة تسجيل تسجل كامل الأثر عرض الشريط بكامله

في توصع الإشارة بينما تستخدم آلة تسجيل تسجل نصف الأثر نصف الشريط لكل قناة، أو في كل اتجاه إن كانت هناك قناة واحدة (يمكنك أن تقلب الشريط وتسجل النصف الآخر)، بينما تستخدم آلة تسجيل تسجل ربع الأثر نصف الشريط لقناة واحدة (في كلا الاتجاهين)، والنصف الآخر للقناة الأخرى (في كلا الاتجاهين أيضاً) والتأمل القليل في الشكل (6.4) سيكشف الآثار المدمرة لتسجيل ميداني على آلة تسجيل ربع أثرية (تسجيل ربع الأثر) والمحاولة فيما بعد لإعادة تسجيل الشريط الأساسي أو تحليله بواسطة إعادته على مسجل عمري يستخدم كامل الأثر أو نصفه



الشكل 6.4 بعض ترتيبات شريطية شائعة يشير كل قسم إلى ترتيب (توصع) الإشارة على الشريط من خلال الترتيب الرأسي المشار

ولو سجلت الإشارات بكثافة عالية، وكان الشريط مشدوداً جداً على البكرة، لأمكن عندئذ، أن تؤثر الإشارات الموحودة في أحد مقاطع شريط في الحقل المغناطيسي في قطعة من الشريط مصغوفة باتجاهها مما يؤدي إلى انتقال التسجيل، وأثناء الاستماع إلى شريط مسجل بتسجيل منقول، يمكن للمستمع أن يسمع التسجيل الأساسي وصداه في إحدى دورات البكرة ويتبع عن استخدام خيارات «للأمام بسرعة» أو «للخلف بسرعة» بكرة ملفوفة بشدة مع فرصة أكبر للتسجيل المنقول وللوقاية من التسجيل المنقول يمكن للمرء أن يستخدم شريطاً سماكة عالية (1 1/2 ملم سيكون مناسباً)، ويسجل بكثافة أقل، ويودع الشريط على بكرة الشد أو المتابعة بعد الاستماع إليه مباشرة. (ومن المفيد أن تسجل ملاحظة «أعد الملف قبل الاستخدام» على الأشرطة المودعة كي تنجّب إحباط المستمعين الآخرين)

Waveform Analysis

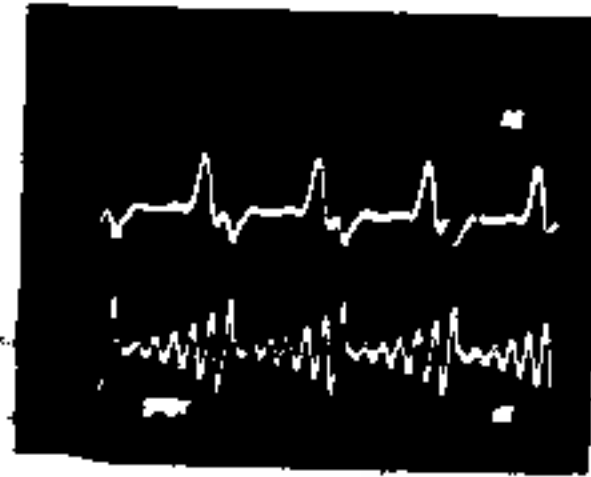
تحليل شكل الموجة

إن إحدى طرق جعل الموجات الصوتية مرئية من أجل تحليلها هي استخدام جهاز يقوم بعرض أشكال الموجات يسمى **جهاز رسم التذبذبات** ويمكن لمرسمة التذبذبات (الشكل 6.5) أن تعرض أية إشارة تتغير بمرور الزمن وعوَّله إلى تعبيرات مستمرة أو تعبيرات فُلطية حيث يقوم شعاع الكتروني من أسبوب الأشعة الكاثودية بصرب الشاشة



الشكل 6.5 رسمه تذبذبات حارة (جامعة تيمبل)

ومن أجل عرض الكلام عليك أن تجعل الشعاع يحسح الشاشة بكاملها، وتقوم الإشارة لصوتية - تكون التعدية إما من مدياع أو آلة تسجيل - بحرف الشعاع مشكلة عرضاً سعويّاً على عم الرمن والشكل (6.6 صورة «بولارويد» لمرسمة تذبذبات: حارة، وهي أنموذج خاص من مرسعات الدبديبة تقوم بخرنه شكل موحة حازنة وعرضه



الشكل 8.8 . نسخة واحدة من مرسمة ذبذبات حاربه (مختبرات هاسكتر)

ولو قام الباحث بتسجيل دائم من هذا النوع من مرسمة ذبذبات خازنة لأمكنه فيما بعد قياس فترة الإشارة ومعرفة مرسمة الذبذبات الخازنة ليست مفيدة ومناسبة في عرض الإشارة السمعية فحسب، ولكنها مناسبة في عرض الضغط الهوائي وتدفقه وهو يسجل من المجوهرات القضي، أو التجوهرات الأنفي أو الشفاه، أو عرض حركة محوالة لأعضاء البطن، أو إشارات التسجيل العظمي الكهربائية، أو الموجات السمعية أو أية إشارة متغيرة على محور الزمن محوالة إلى تغيرات كهربائية بوساطة مضاعفات أو محولات الطاقة أو الكترودات

يمكن حساب تردد أشكال الموجة الدورية بواسطة قياس الفترة، والزمن مقيس بالثواني في كل دورة كاملة، وتقسيم ثمانية واحدة على الفترة. فلو كانت فترة إشارة، مثلاً خمسة ميلي - ثانية (0.005 من الثانية) لكان ترددها مساوياً لمائتي «هرتز»

وهكذا يمكن تأسيس التردد الأسامي في أشكال الموجات المركبة الدورية السموزحية في الصوتيات من عرض مرسمة الذبذبات. لكنه لا يمكن قياس مركبات التردد الأخرى في الموجات الدورية المركبة، فمركبات التردد العالية في الإشارات الكلامية اللادورية بسهولة من عرض مرسمة (الذبذبات)، لأن شكل الموجة المعروض هو نمط متداخل، والنمط المتداخل هو مجموع ترددات مختلفة تمتلك سمات مختلفة وعلائق طورية مختلفة أيضاً وسيكون تقرير الترددات المكونة بسرعة من شكل الموجة وحده أمراً صعباً لكنه يمكن تقرير ذلك بوساطة استخدام طرق ووسائل ستوصف في

$$\text{الفترة اللاحقة} \quad \text{التردد} = \frac{1}{\text{الفترة}} = \frac{1}{1.000 \text{ ثانية}} = 200 \text{ هرتز} \quad \text{الفترة}$$

وهناك طريقتان أخريان تستخدمان على نطاق واسع في عرض أشكال الموجات الكلامية وكلتاها مهمتان كموسمة الذبذبات. وتقوم إحدى الطريقتين بوضع الإشارات في راسم أو مخططة، وذلك جهاز يستخدم أعلاماً أو أشعة صوتية في تحديد شكل الموجة ورسمه على ورقة تتحرك بسرعة ثابتة. ويظهر الشكل (8.7) عرض فيسكودر لأشكال موجات ولقيت بمساحة نقل ورق جناس للضوء تحالي الأمن تحت شعاع ضوئي متذبذب يستجيب للكتفترات الإشعاعية الكهربائية. تستخدم أجهزة الأفلام التقليدية ورقاً أقل كلفة، لكن نتائجها ليست جيدة في السرعات العالية المطلوبة في تحليل الكلام حسب قصورها الآتي



الشكل 8.7 : فيسكودر (جامعة تيمبل)

يفترض النقاش السابق أننا مهتمون بأكثر الحوادث سرعة كتفترات درجة النعم المنفردة. إما إذا كنا مهتمين، على سبيل المثال، بالحوادث البطيئة نسبياً، كتغيرات درجة

الشدة بين مقطع وآخر فإنه يمكننا، عندئذ، استخدام راسم مستوى مسجل مستوى الخط البياني الذي لن يستجيب للتغيرات السريعة جداً في الإشارة (الشكل 6.8). وطبيعي أن هناك وسائل وطرقاً أكثر تعقيداً في تحليل شكل الموجة تتطلب المعالجة في حاسوب.



الشكل 6.8 : راسم مستوى الخط البياني (جاسق توصيل).

Spectral Analysis

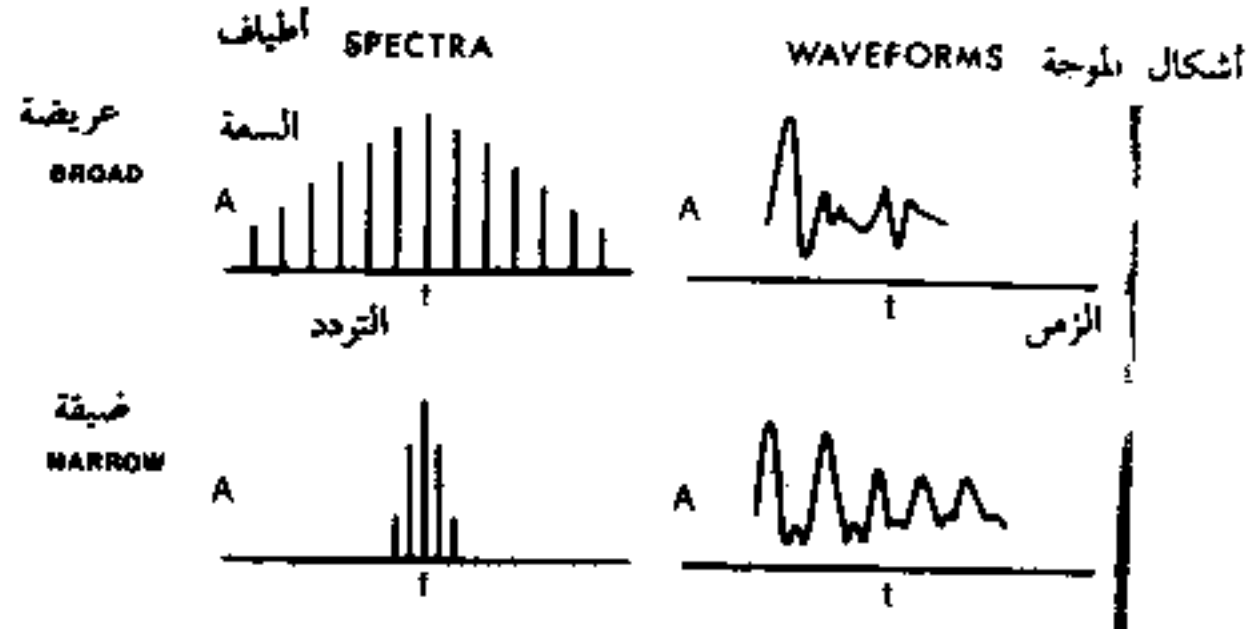
التحليل الطيفي

إن معظم الأصوات، وعلى نحو مؤكّد، الأصوات الكلامية من بينها، أصوات تمتلك أكثر من تردد واحد في الإشارة. ولذا أراد الباحث معلومات عن توزيع الطاقة في الترددات المختلفة، لأمكنه، عندئذ، أن يصفي الإشارة لعزل الترددات المكوّنة في الإشارات المركبة وفصلها بواسطة العرض الطيفي والطيّف، كما تذكر، عرض بياني لسعة كل موجة جيبية مكوّنه. إنه عرض بياني للتردد بالسعة، حيث تمثّل السعة على الأحداثي التسيبي، والشدة على الأحداثي العمودي. والشكل (6.9) يحلّل طيفي زمني حقيقي، وهو يعرض على CRT، الأطياف المتعددة للإشارات المركبة

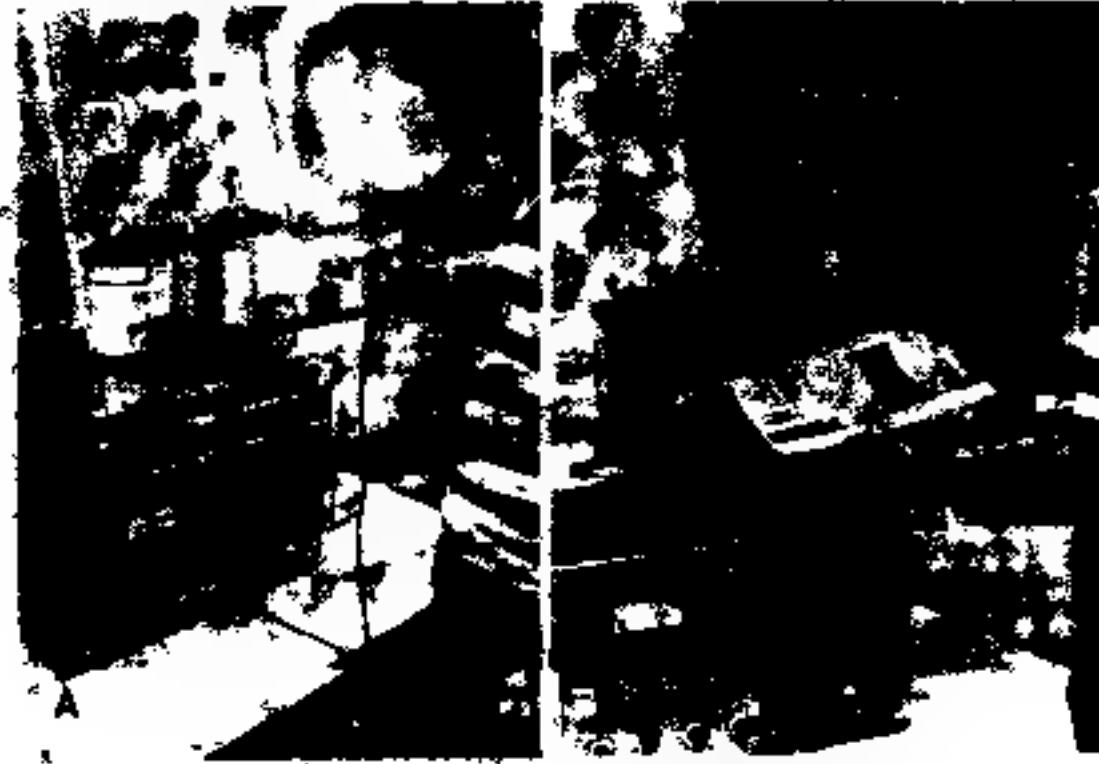


الشكل 6.9 . محلل رقمي حقيقي (جامعة تيمبل)

ويمكن للتعديدية الصوتية أن تأتي من مدباج أو آلة تسجيل عادية، ويمكن للمباحث أن يولف المحلل الطيفي على أن يعرض الترددات الهامة له (للمباحث) من خلال تحديد التردد المركزي والمدى أو الطلقة وتقوم مجموعة من المصافي بإرجاع الإشارة إلى مكوناتها ويمكن أن ينتج عن نعمة عرفت على آلة موسيقية صيغة التوليف طيف بقدرة ذات ترددات قليلة للغاية (الشكل 6.10).



الشكل 6.10 تُصدر مرئانات صيغة التوليف، وعريضة التوليف، أطيافاً بأعداد مختلفة من مكونات التردد وتظهر أشكال الموجات أن المرئانات العريضة التوليف تمهد بسرعة مقارنة بالمرئانات الصيقة التوليف



الشكل 8.11 - مرسمة الطيف الصوتي يسجل الصوت أولاً في (A)، وخصفى التسجيل بعد ذلك لإصدار الطيف في (B) (جامعة تيمبل)

سبما يقوم جهاز عريض التوليف كالصوت الإنساني بتوليد طيف بقدرة ذات ترددات مختلفة بين 1000 و 4000 هرتز. وعندما يكون الطيف المدروس ثانياً سبباً كما هي الحال في الصوت الموجود داخل سيارة في نفق، مثلاً، يمكن تصويره من شاشة مرسمة التذبذبات أو استخراج متوسطه على فترة زمنية بواسطة حاسوب. وتحدد مربعات الكلام، العريضة التوليف بسرعة لأنه من الصعب تتبع الكلام الدائم التغير في الوقت الحقيقي بدقة متناهية، وسيكون محلل طيفي ذو مرسمة تذبذبات خازنة مفيداً في إيقاف فعل التعمد، وهكذا يمكن تثبيت الطيف من أجل العرض وإجراء القياسات. وكان تطوير آلة صممت خاصة، في الأربعينيات، لعرض الطيف الكلامي، مرسمة الطيف الصوتي تطوراً ثورياً.

(الشكل 8.11) وبما أن الأطياف دائمة التغير في الكلام العادي، فقد صممت هذه الآلة على أن تظهر قسم القدرة أو الطاقة في الطيف بوضعها دالة على محور الرمز ويطوي تصميم مرسمة الطيف الصوتي العادي على نظام يسجل الإشارات السمعية على حلقة

أو اسطوانة، ونظام لإعادة الإشارات المسجلة مراراً وتكراراً ونظام تصفية لمسح خُرج الإشارات المُعادة في طبقات ترددية متتالية. وتسجل طاقة كل طبقة ترددية على ورقة خاصة مطوية بواسطة إبرة تسجيل الصوت تصنع علامات محروقة على الورقة تتناسب مع درجة شدة الإشارة. يصدر الصوت العالي الشدة علامات أشد ظلمة، بينما تصدر الأصوات المنخفضة الشدة كثيراً طبقة غير معلمة على الورقة. تغيّر المصفاة ترددها المركزي من الترددات المنخفضة إلى الترددات العالية بحيث تمسح العبة المسجلة على محور متكرر. ويظهر الطيف المنتهي خرج المصفاة في أدنى الترددات أسفل محور y ، بينما تظهر أعلى الترددات في القمة. يظهر الشكل (6.12) طيفاً صوتياً نموذجياً. وبما أن الرمن ممثّل على المحور السيني والتردد على المحور العمودي، فإن النظر إلى الطيف الصوتي يشبه النظر إلى Shoe box مليء بقاطعات الطيف. وإنك ترى القمم الأقرب إليك في مثل وقد ممثّل الطيف المستقل $1/f$ في الشكل كما يظهر خارج الصندوق

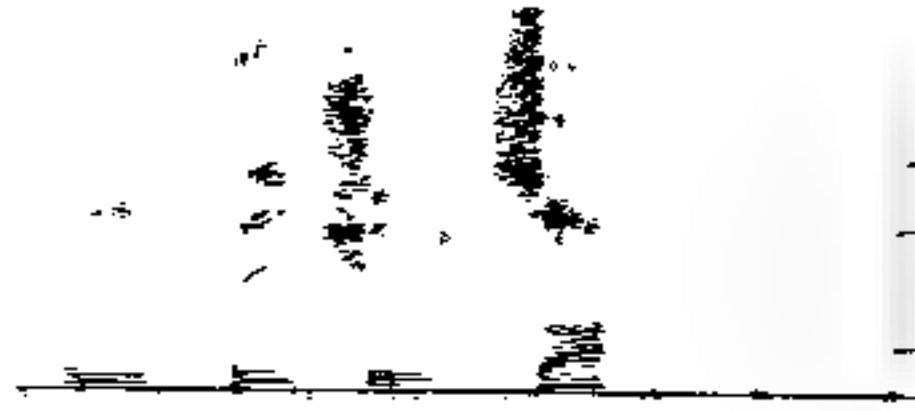


الشكل 6.12 : طيف في اليسار. ويظهر الطيف الصوتي المستقل $1/f$ في يمين الشكل. وهناك في العديد من مرسومات الطيف جهاز لمحصر الأطياف المنفردة واختيارها من الطيف الواحد. تمثل هذه الأقسام أطيافاً تقليدية حيث يمثل كل قسم قطعة واحدة على محور الزمن الشكل (6.13)



الشكل 6.13 : طيف صوتي بمقاطع من نقاط مختارة. وتظهر إشارة متدرجة تردد 500 هرتز في أقصى اليمين

تسمح مرسمة الطيف السمودية باستخدام مصابٍ مختلفة بأحد جهاري صبط النطاق الترددي. فلو صبغت المصفاة على المؤشر الصيق (45 هرتز عادة) يعني هذا أن نطاقاً ترددياً عرضه 45 هرتز من الطيف محسوب هو الذي يحلل ويختبر في كل مرة. ومن ثم، تظهر التوافقيات المنعقدة في الأصوات المجهورة على نحو واضح (6.14). وتقدم المصافي الضيقة استبانة ترددية أفضل من المصافي العريضة. إنها مفيدة في تتبع أثر التردد الأساسي في الصوت. فلو احترت توافقياً ما، لكان التردد الأساسي هو التردد المقيس على محور (y) ذلك التوافقي مقسماً على رقم التوافقي. فلو كان التوافقي العاشر عند نقطة 2000 هرتز، مثلاً، لكان التردد الأساسي عند تلك النقطة مساوياً لـ 200 هرتز وهذا الأسلوب مفيد، خاصة، في تسجيلات النساء والأطفال؛ لأن توافقيات تردد أساسي عالٍ تكون متباعدة على نحو فعال وكافٍ لأن نحصى أو تعد بسهولة.



الشكل 6.14 طيف صوتي ذي نطاق صيق وتظهر إشارة معيرة تردد 500 هرتز في يمين الشكل

بينما تعرض المصافي العريضة (نطاق ترددي بعرض 300 هرتز في العادة) استبانة رمية أفضل (الشكل 6.15). وبما أنها تسمح بمزيد من قدرة صمم نطاق 300 هرتز فإن ذلك يكون سبباً لصياح التوافقيات المنعقدة (الألوان) إذا كانت متباعدة على نحو كبير جداً كما في صوت طفل صغير، أما رنين المجرى الهوائي، والتشكيلات الموجية المميزة فتعرف وتتوضح بجلاء. وإذا كان التردد الأساسي للصوت المسجل منخفضاً على نحو كافٍ، فإنه يمكن رؤية السضات المزمارة (الحبال الصوتية) على شكل خطوط عمودية في الأقسام

المجهورة من الأطياف وهكذا يمكن عدّ التردد الأساسي في صوت رجل كبير، في أغلب الأحيان، من أطياف نطاقات ترددية عريضة من خلال عدّ النضات في ٥٠ / من الثانية وصرها بعشرة.



الشكل 6.15 : طيف صوتي مطلق عريض إشارة معيّنة بتردد 500 هرتز في يمين الشكل

ويمكن قياس معلومات زمنية أخرى مثل طول الصائت (التي يمكن أن تكون مهمة في دراسة تأثيرات النبوة أو التطويل الحاصل قبل الوقفة على سبيل المثال) أو VOT من الأطياف الصوتية من خلال قياس المسافة على طول المحور الأفقي الذي يمثل الزمن. ويمكن ابتكار قاعدة قياس معيَّنة من خلال تسجيل نغمة متدرجة بـ 50 هرتز وجعل طيف صوتي ذي نطاق عريض منها ومستكون النتيجة سلسلة من الخطوط العمودية تتباعد بمواصل مقدار كل منها 20 ميلي - ثانية ($20 = 50 / 1000$)؛ ويمثل كل خمسين فاصلاً ثانية واحدة (الشكل 6.16).



الشكل 6.16 : طيف صوتي لنغمة بـ 50 هرتز استحدثت قاعدة في قياس الفترات في الأطياف الصوتية يساوي كل جزء 20 ميلي ثانية (جامعة تيمبل)
وهناك توابيع اختيارية في بعض مرسومات الطيف الصوتي توسع من وظائفها. أحد

هذه التتابع محلل طيف لتحليل العينات المسجلة في الطيف يستخدم مرسمة تذبذبات لكشف مباشر أو مقايمة مباشرة تقريباً. وجهاز آخر يقوم بعرض السعة؛ يعلم منحني الشدة الكامل بوصفه دالة زمنية في القسم الأعلى من الطيف (الشكل 6.17 ويمكن استخدام عرض السعة، مثلاً، في دراسات تحديد موقع السرة في الرسالة المسجلة.



الشكل 6.17 : طيف صوتي، ويظهر عرض السعة فيه المناظر فوقه.

يقوم الحاسوب اليوم بالتحليل الطيفي وتحليل شكل الموجة على نحو متزايد تلبية لرغبة الباحثين في البحث عن مواد بحث كبيرة حيث يوجد الآن في الأسواق محلل طيف رقمي يمكنه حالاً حزن طيفين للمقارنة على الشاشة. وإن التصفية السريعة، وعرض سمات المقارنة تجعل من هذا الجهاز وسيلة مفيدة، خاصة في بعض الحالات الطبيعية التي تحتاج إلى معالجة بالتعددية الإرجاعية. وعندما يصم إلى هذه الآلة وحدة تسج صلبة تصح جهاز بحث مفيد.

Physiological Phonetics

الصوتيات الفيزيولوجية

يقوم الباحثون في دراسة وظائف أعضاء الكلام الضبط الحركي، في حجم الصوت، وتدفق التيار الهوائي، وجوانب أو وجوه الحركة المختلفة (المدى، القوة، التزايد، السرعة)، ويستطيعون من خلال تسجيلات الإلكترودات قياس النشاط العضلي (EMG) ونشاط الموجات الدماغية (EEG). وقد صممت بعض التجارب على نحو يسمح للباحثين بمراقبة اضطرابات إصدار الكلام أو تشوشاته في محاولة منهم لتحديد آليات الضبط الهامة في الكلام. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يطلب من

المستمعين أن يتكلموا وهم يعصرون على عضاضات معينة تمنع حركة إغلاق الفك العادية ويمكن مقارنة الحركات النطقية بوجود العضاضات الخاصة أو بدونها لمراقبة كيفية تكيف نظام إصدار الصوت مع التغير الحاصل وصممت تجارب أخرى لاختبار نماذج متنوعة من التنظيم الكلامي أو نماذج النطق المشترك.

ولا يتسع اماكن هنا لمناقشة كل الدراسات المستخدمة في الصوتيات المتصلة بوظائف الأعضاء وسيقتصر وصمنا على بعض الأجهزة المستخدمة في دراسة الحجم الهوائي، والضغط الهوائي، وتدفق التيار الهوائي، والحركات النطقية، والنشاط العصلي يمكننا دراسة التغيرات الهوائية، والحركات، والعصلات وعلاقتها بالتنفس، والوظيفة البلعومية والنطق، ولذلك فإن النص القادم مقسم إلى هذه المناطق العامة، ومقسم فرعياً وفق النموذج المقيس. ومقارنة مع الأجهزة التي وصمت مقدماً، فإن معظم الأجهزة المعقدة التي استوصفت معروضة للطلاب من خلال قراءاته عنها أكثر من قيامه بتجارب عليها.

Respiratory Analysis

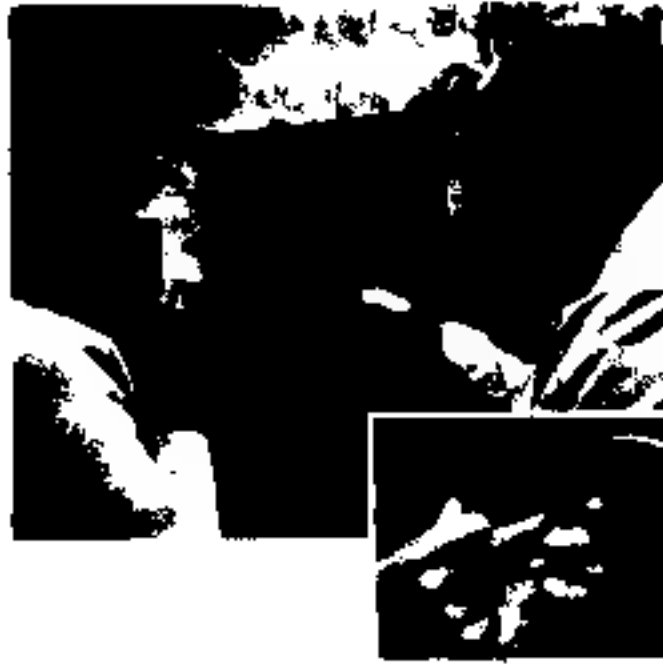
التحليل التنفسي.

هناك العديد من الأجهزة المتوفرة لدراسة التنفس أثناء الكلام، كل منها لغرضه الخاص به ويمكن للباحث أن يسجل ضغط الهواء، وحجم الهواء، وتدفق التيار الهوائي، والحركات الصدرية والبطنية، ونشاط العضلات التنفسية. وعلى سبيل المثال، الضغط الهوائي هو قوة الهواء في منطقة قنا ($p = F/A$) ويمكن قياسه بجهاز يسمى مانوميتر (الشكل 6: 18).



الشكل 6.18 المانوميتر (جامعة تيمبل)

يشار إلى الضغط بواحدات سنتمتريّة من الماء . ويمكن تحويل الضغط إلى إشارة كهربائية بواسطة محوّل ضغط (الشكل 6.19) وفي هذا الشكل تُساعد متكلمة تعاني من مشاكل في التوازن بين الرنين الأنفي ، والرنين الفمي ، من خلال مراقبة إشارة تُعرض على مرصعة تدبديبات تمثل الضغط الهوائي الأنفي كما تتحسسه بصيلة أنفية موصوعة في أنفها تحول إلى قدرة فلتية جاهزة للعرض . وتحاول المتكلمة أن تصدر فرقاً كبيراً بين «bat» و «mat» وهكذا تستخدم الآلة جهاز تغذية إرجاعية .



الشكل 6.19 . يظهر محوّل ضغط وبصيلة أنفية في الملحق . توصل البصيلة الأنفية في المحر يحوّل الضغط الهوائي القادم من البصيلة إلى إشارة تظهر في مرصعة التدبديبات يستخدم الدكتور هور (Hauer) تغذية إرجاعية بصرية لتقليل إصدار الحسّاسية الأنفية المقرطة عند المتكلمة (جامعة تيمبل)

يمكن تحليل الضغط الأنفي أو اختباره خارجياً من خلال استخدام قناع وجهي مجهز بمحولات داخلية ، أو داخلية من خلاله وزرع قسطن في التحويقات فوق الحسرة يمكن قياس ضغط الهواء المتحتججري في الرغامى ثقب الرغامى إلى الحيز المتحتججري . وقد قيس ضغط الهواء المتحتجججري في نحر غير مباشر ، من قياسات اتخذت من المريء (الأسوب الذي يصل المعدة خلف الرغامى) حيث بلغ من أحصع

للتجربة نالوناً صغيراً يتصل بإسطوانة مطاطية بوساطة أنبوب طويل. وضُمَّ خرج الأسطوانة المطاطية وعُرض. وتكون قراءات الضغط المأخوذة مباشرة من المنطقة التحتجيرية أكثر دقة من تسجيل المريء، لكنها تنطوي على ثقب الرغامى.

والتدفق الهوائي هو قياس حجم الهواء المتحرك في وحدة زمنية، ويقاس عادة في ميليمترات في الثانية. وهناك قناع وجهي فوقمقياس تدفق هوائي منفرد للتجاويف الأنفية وآخر للتجاويف الفموية يسمى بمرسمة التنفس (الشكل 6.20) ويمكن لصوت كلامي أصغر بصفت وبتدفق عالين نسبياً كـ 8/ مثلاً أن يظهر قيمة مقدارها 7 سم من H_2O في ضغط الهواء العمي، وسوالي 500 ميلي - ثانية في التدفق الهوائي



الشكل 6.20 مرسمة تنفس (جهاز تسجيل)

ومن الممكن أيضاً قياس ديناميكية تغير حجم الهواء الرئوي وأكثر الأجهزة استخداماً في التسجيل من الممرات التنفسية هو مقياس التنفس، حيث يقيس الحجم الهوائي، كالحجم المدي أو القدرة الحيوية، ويُحددها أو يرسمها على أسطوانة دوارة (الشكل 6.21).



الشكل 6.21 : مقياس التنفس (جامعة تيمبل)

ويستخدم في قياس التغيرات الحجومية أثناء الكلام أو تعبيرات الحجوم الهوائية في الجسم جهاز يسمى «محطط الحجم»، الشكل (6.22) حيث يقوم بالتسجيل من دون استخدام القناع الوجهي الذي يمكنه أن يتدخل بالكلام، وعوضاً عن ذلك يجلس المرء في صندوق شديد الإحكام ويلبثك فتعكس أية تعبيرات في الحجم الصدري أو البطن في محطط الحجم الذي يمكن وصله بمقياس التنفس للحصول على حرج بياني



الشكل 6.22 : مقياس حجم جسمي (جامعة تيمبل)

Laryngeal Function

الوظيفة الحنجيرية

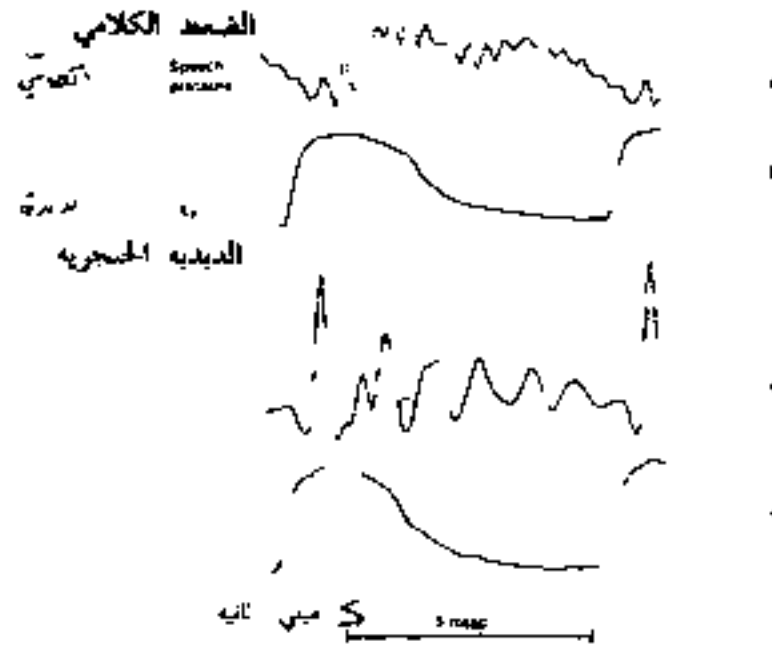
اخترع مانويل باتريشيا رودريكو جراثيا (Manuel Patricio Rodriguez)، معلم الغناء الإسباني الذي درس في باريس ولندن، مظهر الحنجرة سنة 1854، وتلك أول وسيلة أو آلة تستخدم في مراقبة حركات الحبال الصوتية. لقد صمم مرآة يمكن إرساها إلى داخل الفم، وتوضع براوية مميّنة يمكن عندها أن تعكس أشعة الشمس الواقعة عليها باتجاه الحبال الصوتية مما يجعلها ظاهرة في المرآة. وبعد اختراع جراثيا بداية علم طب الحنجرة الحديث، ولم يزل طرقه مستخدمة في الكشف والفحص الحنجريين حتى يومنا هذا. وقد عاش جراثيا أكثر من مائة عام (1805-1906) وفي مناسبة مرور قرن على ولادته كرم بمدينة عشاء، وتلقى العديد من الأوسمة ويقال إن رده المتواضع على كل تلك المحاولات كان «إنها مجرد مرآة»

يمكن تسجيل الذبذبات الحنجيرية من خلال القيام بتصوير سريع للغاية من مظهر الحنجرة، وبعد ذلك، يمكن إعادة الصور المسجلة بسرعات مناسبة لتحليل من صورة أخرى. وبدل آخر، هو أنه يمكن مراقبة حركة الحبال الصوتية بواسطة استخدام الحبال (وميص صوء بتردد ثابت) ولو عدل تردد الوميص، على نحو يصح قريباً جداً من تردد الحبال الصوتية، لظهر، عندئذ، كأنها قد انحصمت وتطور حديث في المنظارات الباطنية المستخدمة في الحنجرة هو المنظار الليفي (الشكل 6.23)، حيث تجمع شعيرات رفيعة مرنة رجاجية في حرم تقوم بنقل الضوء من مصدر صوتي أبيض قوي حول محيطات التجويف الأنفي والمجرى الصوتي كي تصيء الحبال الصوتية. وتقوم شعيرات أخرى داخل الحزمة بنقل الصورة ثانية إلى عييه (عدسات عييه) من أجل المراقبة. ويمكن وصل العدسات العييه بآلة تصوير متحركة من أجل تصوير سريع وميزة المراقبة بالمنظار الليفي على المنظار الحنجري التقليدي هي أن المرء حرّ وطيق في الكلام، لأن الحرم ترسل عبر التجاويف الأنفية مما يسمح للتجويف الفمي بالقيام بالحركات الضرورية أثناء الكلام. أما سيئة هذه الوسيلة فهي إنه لا يمكن إضاءة الحبال الصوتية على نحو كاف كي تصبح مراقبة كل ببصحة حنجرية ممكنة. لكن هذه الوسيلة، على أية حال، مفيدة في المراقبة المباشرة للتعديلات الحنجيرية الأبطأ كتعديلات الجهر مثلاً.



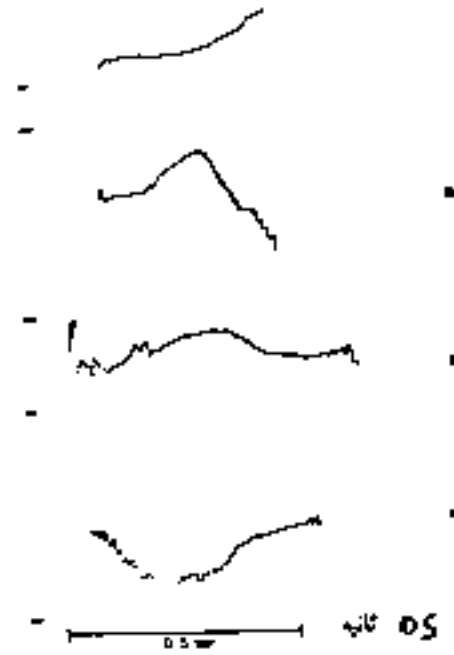
الشكل 8.23 - منظار ليعي ترسل عصاة الألياف المرنة مع العدسة العينية، في يد الفيريائي اليسرى، إلى داخل التحريف الأنفي يمكن مراقبة الحنجرة بواسطة العدسة العينية التي تظهر في يد الفيريائي اليميني (مختبرات هاسكنز)

وهناك طرق ووسائل أخرى للحصول على معلومات حول منطقة الفتح الحنجرية بوصفها مقياساً غير مباشر لتعديل الحبال الصوتية يمكن استخدام خلية كهربائية - صوتية في الرسم المرماري البياني المعروف «الصورة المزمارية»، Glottograph في قياس كمية الصوت المشع عبر المرمار. يسمى هذا الأسلوب «الإضاءة العابرة» حيث يوضع مصدر ضوئي إما فوق الحبال الصوتية وإما تحتها، وتوضع آلة متحسسة للضوء على الطرف الآخر. وعلى غير هيئة مراقبة المنظار الباطني، فإن هذه التقنية لا تعطي أية معلومات حول شكل المزمار، بل معلومات حول مدى الفتح المزماري فحسب. وآلة أخرى تعطي معلومات حول الإغلاق المزماري فحسب هي - «مرسمة الحنجرة» حيث تقيس المواصلة السسية أو الإعاقفة النسبية بين الكترودين صغيرين يوصعان على جانبي الحنجرة. وعندما يخلق المزمار، ويُنتقل التيار بسهولة عبر الحبال الصوتية تشير «مرسمة الحنجرة» إلى القمم (الشكل 8.24)



الشكل 6.24 . مقارنة الموجات الصعطية عند الشعاع في دورة واحدة من الصوتات الآتي (a) و (b) في (c) مع خرج مرسمة الحجرة في (d و e) لاحظ الإعاقة السبية عبر الحبال الصوتية (x) التي تملأ متشابهة خلال دورة الدببة في (a) و (b) على الرغم من اختلاف الموجتين الصعطيتين عند الشعاع تماماً.

ولكن عندما يفتح المزمار تنضائل الإشارة بسبب الإعاقة الحاصلة بين الحبال المفتوحة، وعندئذ يجب نقل الإشارة عبر ألياف الحبل الصوتي، وبعدها عبر المراع المزماري إلى الحبل الصوتي المقابل، وتلك رحلة لا يمكن القيام بها على الوجه الأكمل بسبب عدم التوافق أو التجانس بين معوقات الهواء ومعوقات الألياف العضلية. وهكذا تقيس مرسمة الحجرة فترة إغلاق الحبال الصوتية في كل دورة اهتزازية. (الشكل 6.25)، ولكنها لا تخبرنا بأي شيء عن عرض فتحة الحبال الصوتية أو شكلها. وبما أن إشارة مرسمة الحنجرة حرة من تأثير الترددات الرئيسية للقسم الأعلى من المجرى الصوتي، فإن هذه الآلة تستخدم في تسجيل الترددات الأساسية بواسطة إضافة آلة تقوم برسم علامة لتردد قسم مرسمة الحنجرة بوصفها دالة على محور الزمن. وهكذا نجد أن مرسومات الحنجرة هي أجهزة مفيدة في تسجيل الترددات الأساسية لغرض البحث العلمي والمعالجة الصوتية.



الشكل 6.25 : أشكال موجات لتردد أساسي كذالة على محور الزمن في عرض مشتق من مرسمة حجرة - تظهر أشكال الموجات في (a) و (d) تالياً صاعداً وآخر صاعداً - هابطاً من كلام عادي لإمرأة تقول - « Do you » يظهر القسم (٢) خطأ صاعداً - هابطاً لنفس المتكلمة وهي تعاني من التهاب في الحجرة، إن الطلعة المحددة وبداية الجهر غير المنتظم سماتان نموذجيتان في هذه الحالة بينما منح القسم (d) عن رجل يعاني من التهاب حجرة مرمس وتتناظر العلامات العليا والسفلى إلى يسار كل صورة في (b) (a) و (c) مع 800 و 200 هرتز بالتوالي، بينما تتناظر العلامات في (d) مع 200 و 50 هرتز

وقد أنجز تخطيط العضل الكهربائي في العضلات الخنجرية الأساسية والثانوية اليوم من خلال استخدام الكترودات سلكية ناعمة للغاية كالشعرة الإنسانية ترسل أو تثبت في العضلات لتسجيل القدرة الكهربائية الكامنة الناتجة عن الإقباض العضلي. ومتى زرعت الأسلاك الناعمة، فإن المرء لا يحس بها مطلقاً تقريباً ويمكن الوصول إلى معظم العضلات الخنجرية بواسطة زرع عبر الجلد في الرقعة، وباستخدام إبرة لحمية ترشد عملية الزرع ويمكن الوصول لبعض العضلات مثل العضلة الخلقانية - الطرجهارية من خلال الزرع عبر التجاويف الممية والبلعومية. الشكل (6.26)



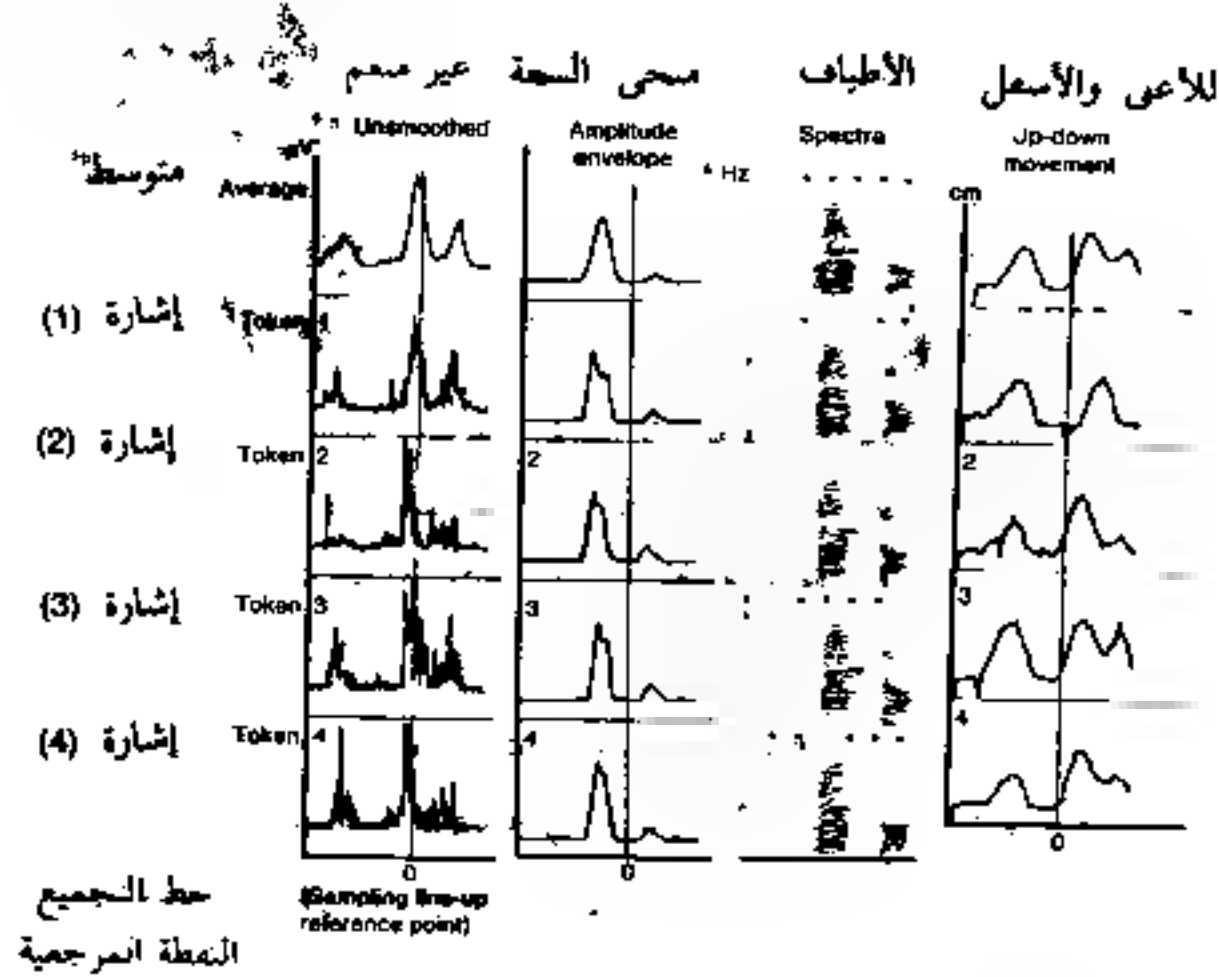
الشكل 6.26 . ذرع الكترودلث سلكية مقوسة في العصلة الخلقانية الطرجهرية
الخلعية تزرع الإبرة المقوسة، التي تظهر في يد العيزيائي، عن طريق
العم. وعندما تزرع الأسلاك جيدا في العصلة تسحب الإبرة ومقضها
(مختبرات هاسكن)

وتجري التسجيلات الثنائية - الأقطاب أي . تسجيلات فرق الجهر بين الكترودين،
شكل نموذجي لتخفيف الضوضاء المحيطة في الإشارة وتقليل الحجم المحلي . وتستخدم
إشارات تخطيط العضل الكهربائي وتسجل على شريط مغناطيسي مع الإشارة السمعية
الشكل (6.27)



الشكل 6.27 : جهاز تجري تسجيل تخطيط العضل الكهربائي (مختبرات هاسكن)

وتقوم عدة محابر بصنع الإشارة من أجل التحليل. وتكرر كامل الموجة،
 تسجل كامل القنبلة في الإشارة الأصلية كإشارة إيجابية، انظر الشكل 6.28 ومن أجل
 تعميم الإشارة تكرر غير متساوي يعطي متوسط لتقليبة جميع أطوار زمني محدد
 متحرك، 25 ميلي ثانية على سبيل المثال وهناك فائدة واحتمام في الحفاظ
 على الإشارة الأصلية (الخام) من أجل دراسة الوحدات الحركية منفردة

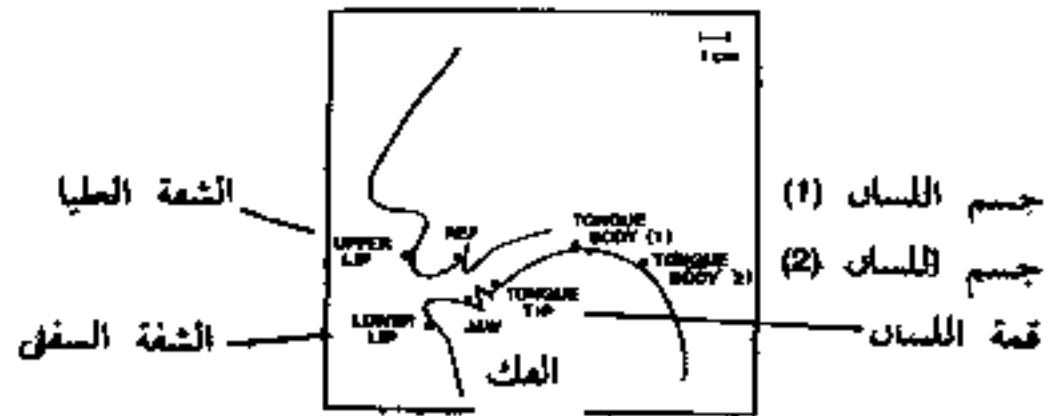


الشكل 6.28 : نتائج من تجربة على الإطلاق الحركي البلعومي. تظهر حركات اللهاة التي
 سجلت بواسطة ليف بصري في منظار باطني في أقصى يمين العمود وتظهر
 الأطياف بالإضافة إلى منحنى السمع. ويرى العمود في أقصى اليسار إشارات
 تحطيط العضل الكهربائي من العضلة الخنكية الراحلة بعد التكرير تظهر
 أربعة عينات منفصلة لكل علامة (إشارة). تظهر الإشارة العليا متوسطاً لسته
 عشر إشارة.

وقد درست حركة الحنجرة في المستوى العمودي بواسطة وسائل التصوير السيمائي الفلوري، حيث التقطت الصور المتحركة من مظار فلوري، وهو شاشة تعرض صور أشعة X، وتشتق الصورة من مولد نبض أشعة X مصححة بواسطة مقبض أو معرر صوري. وقد استخدمت وسائل التصوير الإشعاعي المقطعي مؤخراً في مسح أو كشف الجسم. حيث ترسل هذه الوسائل أشعة X من أكثر من اتجاه على مستوى محدد من المرء. وصمم هذه الشروط، يكون تعرض المرء للإشعاعات أقل، ويمكن الحصول على تعريف أبقى للأنسجة الناعمة. إنها وسيلة مناسبة لأن تستخدم في دراسة الكلام أما في الوقت الحاضر، فلا يمكن استخدامها إلا في فحص التراكيب أو المركبات التي لا تتحرك

الحركة فوق - الحنجرية Supralaryngeal Movement

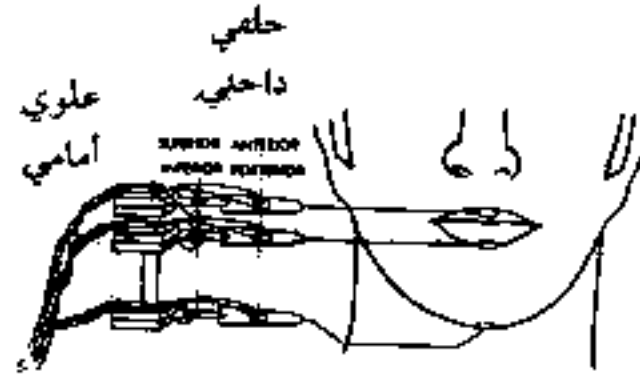
إن التصوير السيمائي الفلوري مهم بالطبع في دراسة الحركات الطبقية الواقعة فوق الحنجرة. يمكن تحديد الوجه العلوي للسان على قلم أشعة X إذا استخدم وسط يدي التباين والاختلاف مثل مجموعة باريوم - على سبيل المثال، على ظهر اللسان. فاللسان كتلة مرنة من العضلات تتحرك وتمتد في كل الاتجاهات في التجويف الفمي بطريقة مركبة معقدة تجعل من المفيد تتبع مواقع نقاط محددة على طول جسم اللسان. يمكن لصق كريات رصاصية دقيقة باللسان بواسطة لاصق سيانو أكريلات، الشكل (6.29)



الشكل 6.29 : مخطط للمجرى الصوتي العلوي مشتق من صورة فلم مسقطة تظهر مواقع الكريات الدقيقة على أسية (مواقع) مشوعة. يمكن تتبع هذه النقاط في تحليل يعتمد تحليل صورة قصورة

يمكن تحديد النقاط بسهولة على صور أشعة X متحركة ويمكن تثبيتها أثناء الكلام من خلال قياس المسافات بين مواقع الكريات ونقاط مرجعية ثابتة. ويمكن تحديد حركات الكريات العمودية والأفقية في هذا الأسلوب من صور أشعة X متحركة حاسوبية. إن القياسات اليدوية لكل صورة، باستخدام مجل فلم، متعبة ومستهلكة للوقت يمكن لبرامج الكمبيوتر الخاصة بالحسابات والعرض أن تقلل وقت التحليل لدرجة كبيرة يمكن للباحث أو من يقوم بالتجربة أن يلمس كل نقطة يراد قياسها في صورة ما بقلم صوتي مستخدماً الكمبيوتر في خزن إحداثيات x-y في كل نقطة، وبحسب، بعد ذلك، المسافة بين النقاط.

يمكن تحويل أو نقل الحركات الكلامية أيضاً بواسطة مقياس الإنمصال - الشكل (8.30) وهي مجموعة صفائح نحيفة تتخفي تحت ضغط الحركات النطقية. ولو كان مقياس الإنمصال جزءاً من دائرة، فإن أي تعبر في الشكل المتشوه، بسب حركته، سيسمر عن تعبر في المقايمة، يؤدي بالتالي إلى نشوء إشارة يمكن تصحيحها، وتسجيلها وتحديدتها في رسم بياني.



الشكل: 8.30 محول مقياس افعال للشعرة والفك ذو بعدين

ويمكن استنتاج الحركات أيضاً من تأثيرها على الضوء أو الصوت وتكاملاً، فكما يعرض الضوء العابر المزمري معلومات حول فتح الحبال الصوتية، يمكن استخدام الأساليب الكهربائية - الضوئية في المناطق فوق الحجرة. يمكن تحسين كمية الضوء التي تشع عبر المياه الأنفي - البلعومي بواسطة حلقة كهربائية - ضوئية من الطرف الآخر، وهكذا يمكن تحويلها إلى إشارة كهربائية يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية في بث ذبذبات ترددات عالية وقياس استجابتها على قطعة كريستال ملتصقة باللسان أو جدران

النعوم الحاسية، وهي تتغير وفقاً لمسافتها عن مصدر لث. وهكذا يمكن استنتاج حركة العصور (عصور النطق) أيضاً

وأسلوب آخر في تحديد موقع اللسان هو تسجيل نقطة اتصال لسان بحدث، وحدث أسنوب يسمى بـ «تصوير خيك»، وفي أسط أشكبه يُرش الحدث بمسحوق أسود، أسنوب بحيث يعلم مكان اللسان على الخيك، وتؤخذ صورة للحدث تكشف نقاط الاتصال بين اللسان والحدث، يصبح ربط الإتصال وصحة برزاة المسحوق لأسود يوم عدة بحيث مؤخر بعدة، حيث ما أطلق عليها بسم «الحدث مصبعي»، يجري على محولات أو ناقلات موحدة، حيث تسجيل نقاط الاتصال قد صوّت هذه سداد، حيث يمثلث بعضها 64 نقطة اتصال يمكن عرض خرج محو أو الدقل كصورة على جهر مرقنة، أو يمكن تسجيل نقط نقاط الإتصال على شريط شبيه من آخر معالجة المعطيات.

إن تسجيل حركة الأبييه أو التركيب فوق خنجره أمر صعب بسبب حركتها المعقدة للعناية لا يمكن استخدام العديد من التصيب المتوفرة في تتبع حركة عدة نقاط مترامنة (بعض الوقت)، وأكثر من ذلك، فإن أعضاء نطق المجري الصوبي العليا تختلف في إمكانية الوصول إليها وعلى سبل المثال، من الأسهل تتبع حركات الفك من تتبع حركة اللسان إن تطوير تكنولوجيا أكثر ملائمة ومناسبة في تحديد حركات الفك مع فها شكل واسع وقد اقترح في لأوتة الأخيرة نظام شعاع X دقيق للغاية يمكن أن يقي بالغرض - على الرغم من أنه سيكون أحد المعدات أو الأجهزة الذي يحتاج استخدامه إلى عدة فرق باحث

Muscle Activity

النشاط العضلي

إن حركات داخل مناطق لمكتمين العمية واللعومية هي نتائج محتملة لقوى الكتلة، والنشاط العصبي، والمرونة والصعظ الهوائي. يمكن تسجيل الجهد العضلي الكامن (النشاط الكهربائي الذي يرافق الإقباض العضلي) من العضلات الممكن الوصول إليها لعرض الإلكتروودات وبشكل عام يستخدم ثلاث أنماط ثنائية الأقطاب، الإلكتروودات المطلية، والإلكتروودات ذات السطوح المسقة الصع، والإلكتروودات

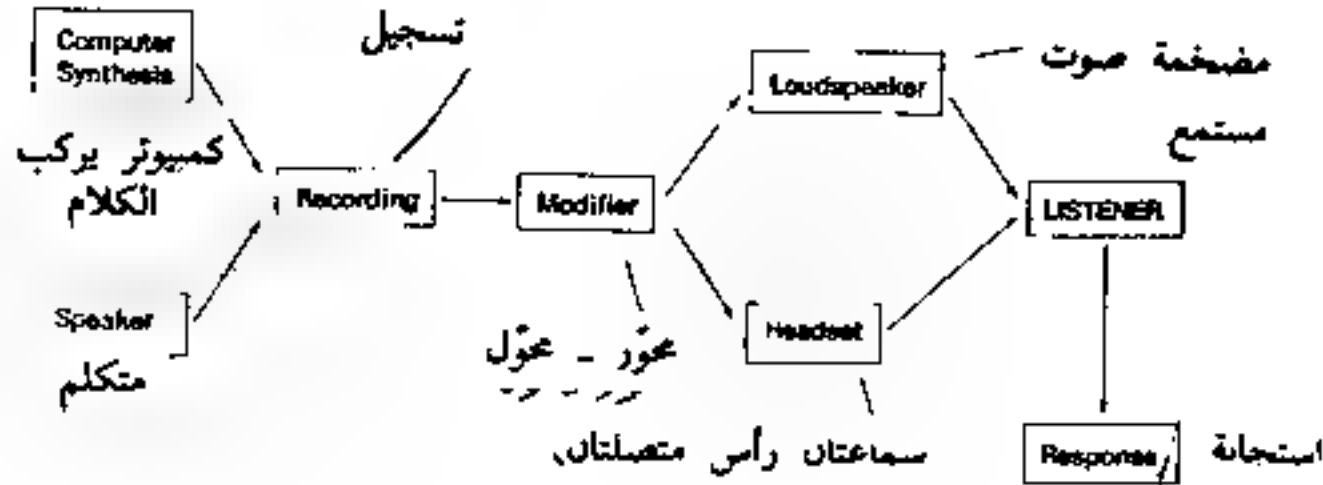
المعقوفة السلك التي تعمل داخل العصب. وبالإضافة إلى ذلك، يلصق الإلكترود الأرضي شمعة الأذن بشكل نموذجي. تصنع الإلكترودات المدهونة من خلال طلاء بقعة من الجلد بطلاء عصي الأساس، ويررع سلك دقيق عازل هيك، ينزع غطاء السلك العازل من الطرف الثاني ويوضع في كتلة الطلاء الرطبة، وبعد ذلك توضع نقطة طلاء فضية أخرى في الأعلى لتثبيت السلك. ويوضع الكترودان قريبان من بعضهما البعض في التسجيل الثنائي - الأقطاب النموذجي. ويبلغ قطر الإلكترودات الصغيرة ذات السطوح المسقة الصنع، مثل الكترودات بيكان «Beckman» حوالي ١٥ ملم، وتسجل من منطقة أكبر من تلك التي تسجل منها الإلكترودات المطلية المختلفة وهي سهلة الاستخدام مع شريط وهناك أطواق لاصقة تستخدم في لصق هذه الإلكترودات وأخيراً، كما ذكر آنفاً، هناك الإلكترودات ذات السلك المعقوف المصنوعة من خليط سلك مصنوع من البلاتين، والراديوم يمكن عرسها مباشرة في العضلات بواسطة إبرة تعرض تحت الجلد لزرع الأسلاك وتسجيلات الإلكترودات ذات الأسلاك المعقوفة هي تسجيلات خاصة بكل عصلة على حدة، بينما يمكن للإلكترودات السطحية، التي تسجل من منطقة واسعة، أن تلتقط القدرة الكاملة من أكثر من عصلة واحدة. وخصيصاً إذا كانت العضلات قريبة من بعضها البعض أو كانت على أعماق مختلفة تحت سطح الجلد.

وإشارة تسجيل العضل الكهربائي هي نمط متداخل، فهي مجموع الجهر في عدة وحدات حركية. وتتألف الوحدة الحركية من ألياف عصبية يرودها بالأعصاب عصون حركي واحد. يمكن للإلكترود واحد، أو اثنين، أن يسجل النشاط الكهربائي للوحدات الحركية القريبة منه - وهكذا ليس من الضروري أن تمثل إشارة EMG من موضع ما نشاط العصلة كاملة، ولا يمكن مقارنة السعة المطلقة لإشارة EMG من تسجيل ما تسجيل آخر. ويمكن ربط إشارة EMG السسية، ومعدلات الإطلاق في وحدات حركية منفردة، واختلافات في التوقيت والنمط بحدوث صوتية مختلفة وشروط مختلفة ضمن نفس التجربة. فعلى سبيل المثال، يمكن مقارنة نشاط العضلة الشفوية المستديرة في /p/ بنشاطها في /b/، أو يمكن مقارنة النشاط في /p/ عندما تصدر ظروف أو شروط مختلفة من النبرة أو معدلات مختلفة في الكلام.

Speech Perception

إدراك الكلام.

إن مجموعة الوسائل والأجهزة الضرورية لدراسة الطرق التي يدرك فيها الناس الكلام تختلف عن تلك المستعملة في دراسة إصدار الكلام (الشكل 6.31) فبدلاً من تحليل المادة البحثية التي يصدرها المتكلمون، يحلل الباحث استجابات المستمعين لكلام طبيعي أو تركيبى



الشكل 6.31 مجموعة آلات (أجهزة) تستخدم في دراسات إدراك الكلام

Tape Splicing

لصق الشريط.

إن مسجل الصوت العادي يمكنه فقط تسجيل الكلام. يمكن تقصير الأصوات الكلامية، وتديل مواقعها، أو تبديلها من خلال زرع صجيج أو سحب أو صمت. وكل هذا يمكن بفضل تقنيات لصق الشريط. يمكن إنتاج هذه النتائج نفسها ببرامج الكمبيوتر الحديثة التي ترقم الشكل الموجي، وتجهز إشارات طبع أكثر مرونة ودقة بما في ذلك أشرطة مرتبة بطريقة تمكن المستمع من سماع مؤثرات مختلفة في كل أذن. وبعد ذلك يمكن تسجيل شريط مسجل من الإشارات المطبوعة كي تستخدم في اختبارات إدراك الكلام

Listening Station

محطة الإستماع (تصميم)

يمكن لعدة مستمعين أن يخصصوا لإختبارات إدراك الكلام في آن واحد في محطة تنصت . تسجل المؤثرات على شريط، ويُستمع إليها من خلال آلة تسجيل عادية بمصحفي صوت كي تعطي سيطرة أو ضبطاً كاملاً على شدة خرج كل قناة . وهناك مفتاح بمواقع مختلفة بحيث يمكن تقديم تسجيل عبر قاتين بشكل ثنائي (قناة A للأذن الأولى وقناة B للثانية، أو يمكن تقديم تسجيل بكلتا الأذنين (يمكن لأي قناة أن تنقسم وتذهب إلى كلتا الأذنين، أو الاستماع بشكل منفرد (قناة واحدة لأذن واحدة) ، ويستخدم مقياس فولط كي يحسب بدقة الفولطيات الداخلة إلى كل أذن عبر السماعات الأذنية . ويستمع المستمعون عبر سماعات رأسية هي غرفة معاملة صوتياً، ويصنعون استجابتهم بواسطة دفع عتلة الإستجابة، أو وضع إشارات على ورقات الإستجابة (الشكل 6.32) - بينما يضغط المجرب الإختبار من العرفة المجاورة



الشكل 6.32 : محطة تنصت . (جامعة تيمبل).

استخدام الحاسوب في الصوتيات التجريبية Use of Computers In Experimental Phonetics

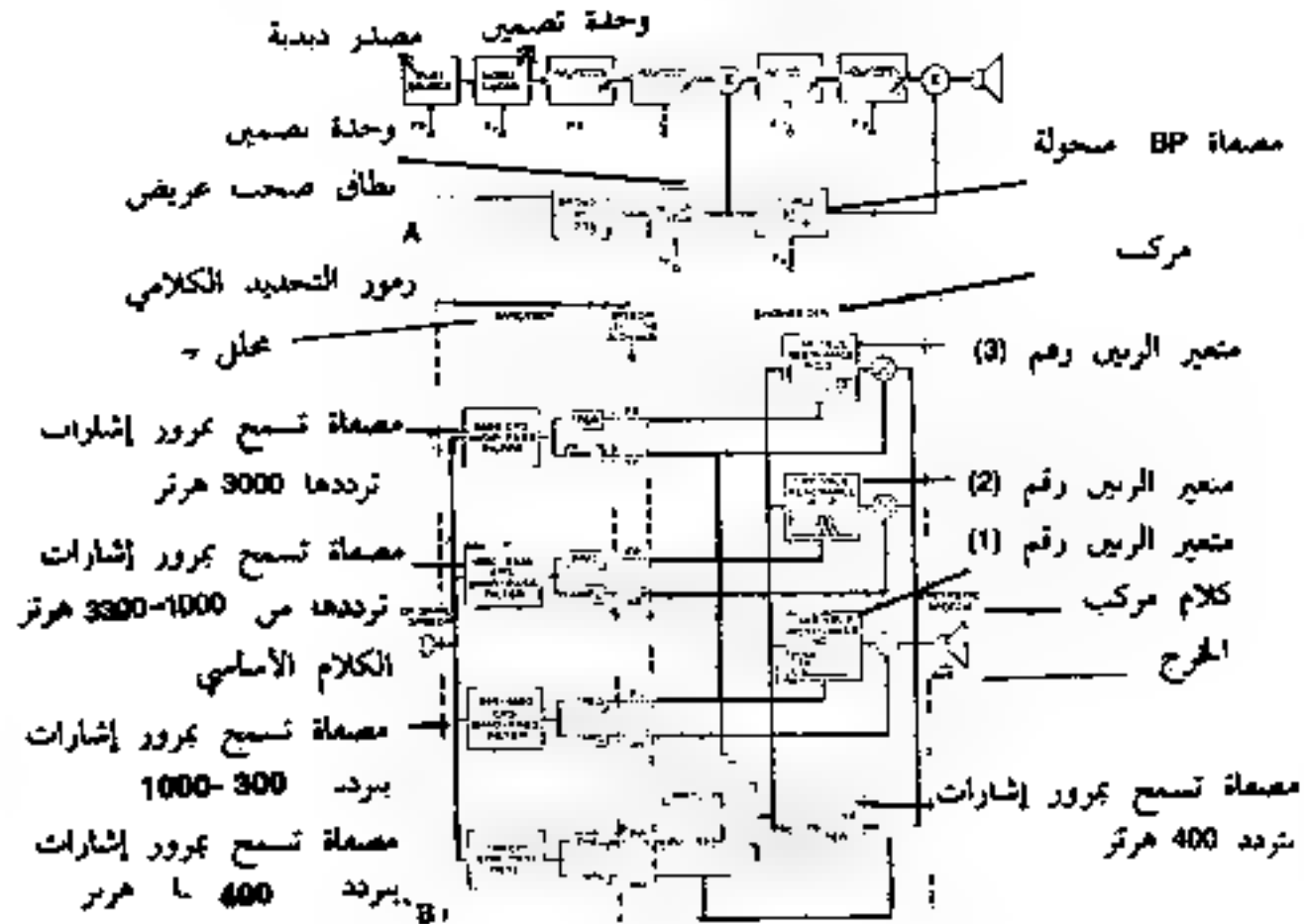
ربما كانت المهام الوحيدة التي لم تفعلها الحاسوبات بعد في بحوث علم الكلام هي التفكير بتجربة، تصميمها، وتفسيرها. وفي الواقع، ربما كانت هذه أهم الخطوات في أية تجربة. إلا أن الكمبيوترات تستخدم في تنفيذ أي شيء آخر: إنها تصنع المؤثرات، تضبط عملية تقديم المؤثرات، وتتبع أثر الاستجابات، تقلل المادة البحثية أو تختصرها، وتحلل أهميتها الإحصائية وتضع النتائج في مخطط بياني.

ففي دراسة الصوتيات السمعية يمكن ترقيم أشكال الموجات الكلامية من أجل طبعها بالحاسوب يمكن للمجرب أن يخصص تفاصيل شكل الموجة من خلال توسيعها وعرضها على وحدة المراقبة في الحاسوب أو أن يغير صمتاً أو يطول أجزاء من شكل الموجة من خلال الوصل على شكل سلسلة؛ أو تبديل المواقع كما في لصق الشريط، أو تغير سعة الصوت، أو طيفه أو أبعاده الزمنية ويمكن برمجة الحاسوب أيضاً كي يستخلص ويعرض المتغيرات المنفردة. فعلى سبيل المثال: يمكن أن يستخلص أو يحسب قمة الإشارة السعوية، أو التردد الأساسي، وهكذا يمكن لعالم الصوتيات السمعى أن يدرس الفترة، والتردد، والشدة، وأنماط التشكيلات الموجية المميزة، أو محولات الإشارات الكلامية بمرونة أكثر مما كان ممكناً سابقاً

وفي دراسة الصوتيات الفيزيولوجية يمكن تحويل أية إشارة نظيرية، على سبيل المثال: الضغط الهوائي، وتغيرات الحركة المحولة، EEG, EMG إلى وحدات بواسطة محولات دخلها نظيرياً وخرجها رقمياً، لطبعها أو إخراج متوسطها أو عرضها على الحاسوب ويمكن برمجة الحاسوب أيضاً لتسجيل استجابات المرء وقياس أوقات رد الفعل، أو أن يقيس سعة الإشارات، أو أن يسجل تردد تكرار الحدث. ويمكن مقدرات حاسوب البيانات المجرب الحصول على نسخ أصلية من كافة أنواع المعروضات.

وفي دراسة إدراك الكلام، فإن تركيب الحاسوب للكلام يمكن المجرب من ابتكار أصوات شبيهة بالأصوات الكلامية بصفات سمعية محددة تمكنه من كشف الدلائل التي

يستخدمها المستمعون لإدراك واشتقاق قوانين لأجهزة الكلام الأتوماتيكية تمكن الأعمى من القراءة، وإجابة التلفون وإعطاء معلومات. وهناك مركبات حردوات معدنية يمكن ضبطها أو السيطرة عليها بجهود جيوسوب. تولّد العديد من هذه المركبات كلاماً على مبدأ التشكيل الموجي المميز تمتلك بعضها التشكيلات الموجية المميزة مولدة في سلسلة. وتولد التشكيلات الموجية المميزة في البعض الآخر شكل متوارن (الشكل 6.33)، ويمكن هذا معرفة متغيرات أو متحولات الكلام المركب، ويمكن ضبطها بما يسمح للباحث أن يغيّر أو يتكيف بالتحول الوحيد الذي يدرسه. ومن الواضح أنه لا يمكن للمتكلمين البشر أن يصعدوا مثل هذه المؤثرات. وهناك جهود الآن في تركيب الكلام وفق قواعد منطقية لا سمعية. فقد نظّم نتاج أشعة X أشكال المجري الصوتي، والحركات النطقية في قواعد لتوليد تغيرات في شكل الموجة الكلامية. إن تركيب الكلام وفق قانون نظقي سوف يساعدنا على الوصول لفهم أفضل لإصدار الكلام وإدراكه.



الشكل 6.33. تمثل (A) مجموعة آلات تعاقبية تدير إحداها (B) تمثل (C) مركبات التشكيلات الموجية المميزة الكلامية بشكل متوارن

تمثل

FREQ التردد

AMP السعة

F_3 التشكيل الموجي الثالث

A_3 السعة (3)

F_2 التشكيل الموجي الثاني

A_2 السعة (2)

F_1 لتشكيل الموجي الأول

A_1 السعة (1)

F_0 تردد الأساسي

A_0 السعة الأساسية

Noise ضوضاء

Pulses نبض = (نبض برمائي)

مراجع الفصل السادس

BIBLIOGRAPHY

General Readings

Comprehensive

Phonetics, L. Speech Analysis, Synthesis and Perception. New York: Springer-Verlag, 1966.

Anatomic Phonetics

Fair, C. Sound Spectrography. Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences. Helsinki Conference. A. Savjari and P. Aalto (Eds.) New York: Humanities Press, 1966, pp. 14-15.

Koenig, W. Dunn, M. K. and Lacy, L. V. The Sound Spectrograph. J. Acoust. Soc. Am. 37, 1965, 79-89. Reprinted in Lohio, J. Ed. Readings in Acoustic Phonetics. Cambridge, Mass. M. I. T. Press, 1966.

Watkins, M. Instrumentation for the Study of Speech Acoustics. In Contemporary Issues in Experimental Phonetics. M. I. Loe (Ed.) New York: Academic Press, 1975, pp. 3-40.

Physiological Phonetics

Atha, J. H. and Watkins, K. L. Instrumentation for the Study of Speech Physiology. In Contemporary Issues in Experimental Phonetics. M. I. Loe (Ed.) New York: Academic Press, 1975, pp. 41-70.

Pujumura, O. Functions of Speech in Speech and Cognitive Functioning. J. H. Gilmer (Ed.) New York: Academic Press, 1973, pp. 107-108.

Morris, E. B. Physiological Aspects of Articulatory Behavior. In Current Trends in Linguistics. Vol. 18. No. 4. T. A. Sebeok (Ed.) The Hague: Mouton, 1976, pp. 2161-2166.

Perkell, J. S. Physiology of Speech Production: Results and Implications of a Quantitative Cinematographic Study. Cambridge Mass. M. I. T. Press, 1968.

Bromberg, M. and Cooper, F. S. (Eds.) Dynamic Aspects of Speech Production. Tokyo: University of Tokyo Press, 1977.

Speech Perception

Cooper, F. S. Speech Synthesis. Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences. Helsinki Conference. A. Savjari and P. Aalto (Eds.) New York: Humanities Press, 1966, pp. 5-12.

Blum, P. The Use of Computers for Research in Phonetics. Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences. Helsinki Conference. Mouton, 1976, pp. 1116-1121.

Mohamed, L. H. Computer-aided Signal Handling for Speech Research. J. Acoust. Soc. Am. 61, 1977, 1116-1121.

Bromberg, M., Ahrens, A. S., Cooper, F. S., and Lohio, L. Observing Laryngeal Adjustments during Running Speech by Use of a Fluoroscopic System. Phonetics 33, 1976, 165-169.

Schubert, J. B. and Schubert, J. B. Spectrographic

and A. Savjari and P. Aalto (Eds.), New York: Humanities Press, 1966, pp. 1116-1121.

A Sample of Papers on Instrumentation

Atha, J. H., Lohio, J. F. and Harrison, E. Jr. New Point-On Electrode for Surface Electromyography. J. Acoust. Soc. Am. 52, 1972, 134-141.

Baker, R. J. and Mada, S. A Portable Inexpensive Pneumograph. Hum. Commun. Autumn 1973, 25-30.

Cooper, F. S. and Marling, C. Computer-controlled PCM System for Investigation of Dichotic Speech Perception. In Contemporary Issues in Experimental Phonetics. M. I. Loe (Ed.) New York: Academic Press, 1975, pp. 17-21.

Fletcher, J. C., McCulloch, M. J. and Wall, M. B. Dynamic Pneumotory. Speech Hear. Res. 16, 1976, 877-880.

Perkins, A. Laryngeography: Evaluation of Vocal Fold Vibration in Ventilatory and Phonatory Control Systems. An International Symposium. R. Wyle (Ed.) London: Oxford University Press, 1974, pp. 111-112.

Pujumura, O., Kirihara, S. and Ohtsuka, M. Computer Controlled Radiography for Observation of Movements of Articulatory and Other Human Organs. Comput. Biol. Med. 1, 1971, 371-380.

Gay, T. and Mada, S. Some Recent Developments in the Use of Electromyography in Speech Research. J. Speech Hear. Res. 16, 1973, 201-206.

Hjyran, M. and Ohtsuka, J. Use of Hooked-wire Electrodes for Electromyography of the Intrinsic Laryngeal Muscles. J. Speech Hear. Res. 12, 1969, 103-107.

Hjyran, M., Gay, T. and Mada, S. Electrode Insertion Technique for Laryngeal Electromyography. J. Acoust. Soc. Am. 52, 1971, 1400-1403.

Higgins, A. W. F. A Facility for Studying Perception of Timing in Natural Speech. Q. Prog. Rep. Res. Lab. Electron. M. I. T. 60, 1966, 91-95.

Kent, R. D. Some Considerations in the Cinematographic Analysis of Tongue Movements during Speech. Phonetics 33, 1976, 211-216.

Linker, L., Ahrens, A. S., Cooper, F. S. and Schubert, J. H. Transillumination of the Larynx in Running Speech. J. Acoust. Soc. Am. 61, 1977, 1144-1146.

Moll, K. L. Cinematographic Techniques in Speech Research. J. Speech Hear. Res. 1, 1968, 227-234.

Moore, C. P., White, F. D. and von Liden, M. Ultra High Speed Photography in Laryngeal Physiology. J. Speech Hear. Disord. 27, 1962, 166-171.

Techniques and Phonetic Research. Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences. Helsinki Conference. A. Savjari and P. Aalto (Eds.) New York: Humanities Press, 1966, pp. 1116-1121.

Weir, R. L. and Zupatka, J. A. On-line Ultrasonic Technique for Monitoring Tongue Displacement. J. Acoust. Soc. Am. 51, 1972, 1116-1121.

الفصل السابع

نشوء اللغة والكلام Evolution of Language And Speech

ومن التراب خلق الله كل حيوان في البرية، وكل طائر في السماء وأحضرهم لأدم كي يرى ماذا سيمسّمهم، وأي إسم أعطاه آدم لكل مخلوق حي، كان إسمه منذ ذلك الحين.

رواية الملك جيمس، الإنجيل، سفر التكوين 2 19

يمثل النوع الشري الحديث مجموعة من المخلوقات تسمّى العالم حولها، إذ ترفق كل شخص، وشيء، وحدث، وظروف معينة، وفكرة، وشعور أو إحساس بطاقات بيانية شفوية صمّ تجاربها إياها تستخدم هذه البيانات الشفوية في تنظيم العالم لنفسها، ونقل المعلومات، ووضع الأسئلة التالية: من نحن؟ وكيف نتطور؟ ويقع صمّ هذا السؤال الصحيح التساؤل الآتي: كيف نشأت اللغة والكلام، وكيف تطورا. فهي القرن السابع عشر، صاع فيلسوفان نظريتين متصاديتين حول كيفية تطور الأفكار الإنسانية، وما زالت نظريتهما تؤثران بالعصر المعاصر. فقد كان ديكارت (Descartes) (الشكل 6.1) الفيلسوف والرياضي الفرنسي العقلاني المذهب متمسكاً بفكرة أن العقل، معتمداً على أفكار فطرية، أكثر أهمية للفهم الشري من التحارب مع العالم المادي. فقد كان ينظر إلى العقل والعالم الخارجي بوصفهما شيئين منفصلين ولعلّ مفهومنا حديثاً بشأن اللغة البشرية يتفق تماماً مع تأكيد ديكارت للأفكار الفطرية هو ذلك الذي يقترحه تشومسكي من معهد مساتشوست التكنولوجي. ويتمسك المفهوم بفكرة مفادها أن الكفاءة اللغوية، رغم أن الإنسان يتعلم أية لغة محكية حين يجمعه بالبشرية، تظلّ سمة فطرية عند الإنسان، وأن معرفة اللغة العامة - التي يمتلكها لحظة الولادة مهمة جداً وأساسية في تعلمه لغات معينة.



الشكل 71 رنه ديكارت فيلسوف ورياضي فرنسي (1596-1650) (مصحف كلشر)

يُعدّ كان فيلسوف القرن السابع عشر الآخر لوك «John Locke» (الشكل 72) تحريبي المذهب، يعتنق فكرة أن البشر يدركون ويفهمون عبر محاسنهم، خاصة تلك التي تكسبونها عبر أحاسيسهم وقد عدّ العقل البشري لوحاً رديارياً فارغاً «Tabula Rasa» تسجل عليه كافة النحارب الحسية، ويهود ذلك نفسه إلى العلم والفهم، وقدّم كونديلاك (Condillac)، الذي تلا لوك مباشرة، نظريته بشأن تطور اللغة والكلام بوصفها شيئاً متعلماً، ومكتسباً لا طبعاً عند الإنسان وينسب السوكيون الحدثور الذين يؤكدون التعلم، كسكنر (Skinner) من هارفرد، مثلاً، وجهة نظر لوك التحريبيه



الشكل 7.2 جون لوك، فيلسوف تحريبي، تحليلي (1632-1704) (مصحف كلشر)

إن المشكلة في التطوير بشأن نشوء اللغة والكلام وتطويرهما هي أن الدليل قد دُمّر
 إذ لا نملك أية معلومات أو معرفة بشأن كيفية نشوء الكلام، وليس من المحتمل أن
 نحصل على أية منها، إنه سرُّ الأصوات المفقودة والألياف العصبية الباعمة المحلّة
 فالحجارة والعظام تنفى وتقدم دلائل معطرة محدودة. ويبدو أن التفكير بشأن الموضوع
 عديم الفائدة إلى درجة أن الجمعية اللغوية في باريس أصدرت عام 1866 أمراً بمنع
 مناقشة أصل اللغة والكلام في أبحاث الجمعية. لكنه لم يكن لذلك الأمر سوى تأثير
 ضئيل، في أية حال؛ واستمرت النظريات في التكاثر وحتى الآن، حين يجمع
 اللغويون، وعلماء النفس، وعلماء البيئة، وعلماء الحراثة العصبية وعلماء الكلام في
 نيويورك في مؤتمر أكاديمي نيويورك العلمية حول نشوء اللغة والكلام وتطويرهما، يجد أن
 النظريات المطروحة تتراوح من تلك التي تصور الكلام الإنساني بوصفه تطوراً عن
 أصوات الحيوانات، إلى تلك التي تراه قد تطور عن إتصالات بمخاتبة عن الحيوان لرئيس
 (Primate) إلى تلك التي تراه قد حدث عند الإنسان محض. ويقترح بعض المطربين أن
 الكلام قد تطور حديثاً مدّ حوالي أربعين ألف سنة تقريباً، خلال العصر الجليدي
 الرابع - بينما يقترح آخرون أنه قد تطور مدّة تتراوح بين 2 إلى 3 مليون سنة مضت
 لا يوجد هناك حقل معرفي واحد يمكنه أن يقوم دليلاً كافياً بنفسه، لكنه إذا ما
 جمعنا الأدلة التي نقدمها الاكتشافات المستحاثية، ودراسة الإتصالات الإنمائية والطفية
 في المخلوقات الحية، والدليل الحيوي الموحود في دراسة الدماغ والمحري الصوتي، يمكننا
 أن نكون أقرب إلى طريقة محتملة حول إمكانية تطور أمدوح معين من العصر الشري -
 الكلام - حتى إنه يمكننا أن نقدم افتراضاً حول نشوئه

Social Framework

Fossil Hominids

الإطار الاجتماعي

مستحاثات فصيلة الإنسانيات

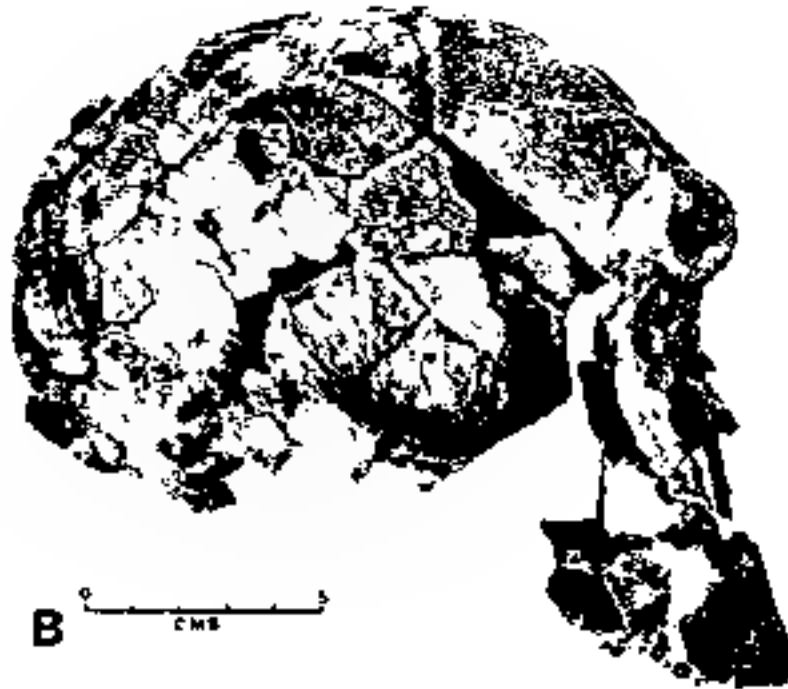
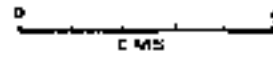
يميل أحدث علماء الإناسة إلى أنه لو عاود الإنسان الأول العاه منحولاً في سهول
 السافانا بحثاً عن الطعام، فإنه سيحتاج إلى لغة ينظم بها علاقته الأسرية من أجل
 البقاء. لكن الخط التطوري بين الإنسان الأول والإنسان الحديث عبر واضح في أحسن

الأحوال وتقرح معظم النصوص المتعلقة بالموضوع أن الفرد الجنوبي الأفريقي (Australopithecus Africanus)¹ ، وهو مخلوق صغير قريب من القرد في شكله وعاش مد أكثر من أربعة ملايين سنة إلى حوالي مليون سنة مضت، هو أصل الإنسان المنتصب (Homo - Erectus) وهذا الأخير كائن من فصيلة الإنسانيات ذو دماغ أكبر وعاش مد حوالي مليون ونصف المليون سنة ويشكل هو نفسه جد فصيلة الإنسان الحالي أو الإنسان الحديث. يمتلك الفرد الجنوبي الإفريقي معدرة دماغية حجمها حوالي 400 سم³ ، بينما يتمتع الإنسان المنتصب بمقدرة دماغية تتراوح من 800 إلى 1300 سم³ وحجمها، مما، تتداخل مع مقدرة الإنسان الدماغي الحاليه. يمثل هذا التعبير تغيراً كبيراً في حجم الدماغ، ووجهة النظر الكلاسيكية هي أنه خلال أربعة ملايين سنة الماضية التي مرت بين القرد الجنوبي الأفريقي والإنسان المعاصر، تطورت البنية والإدراك وحجم الدماغ معاً، لكن الاكتشافات المستحاثية الحديثة في كينيا وإثيوبيا قد ألقت تساؤلات حول نسب الإنسان المعاصر. هناك إمكانية لأن يكون الأصل الذي انحدر منه الإنسان الحالي كان يعيش في مرحلة الفرد الجنوبي الأفريقي نفسه، مما أرجع أصل الإنسان إلى حوالي ثلاثة ملايين سنة إلى أربعة ملايين. ووجد ريتشارد ليكي (Richard Leakey) عد بحيرة توركانا (بحيرة رودولف سابقاً) مستحاثات إنسان منتصب عام 1975 تعود إلى حوالي مليون ونصف المليون سنة، ووُجد في عام 1972 أجزاء حمجمة مستحاثات إنسانيه تعود إلى 2-3 ملايين سنة، وقد سميت هذه الحمجمة بإسم رقمها التصنيفي وهو KN 1470 M-ER الشكل (73) وهي مهمة لشكلها الحمجمي ومقدرتها التي تشبه تلك التي عند الإنسان المنتصب تماماً ويميد هولوي (Holloway) من جامعة كولومبيا أن منطقة بروك في ER 1740 أكبر من تلك الموجودة في حماحم القردة الجنوبية الإفريقية، ولذلك يبدو محتملاً أن الإنسان الحالي قد انحدر من أصول ER 1740 الإنسانية وليس من الفرد الجنوبية الإفريقية. أو إنسان الكهوف الذي وجد بقاياه في أوروبا ونعود إلى فترة من 100,000 إلى 70,000 سنة الشكل (74)

(1) فصيلة القردة لجنوبية مقدرات لاسود، فصيلة من فصيلة الاسباب: تكون من جنس وحيد القرد الجنوبي جنس من مقاربات لاسود عائد إلى فصيلة القردة الجنوبية، يمثل فرعاً جانبياً من التطور الشري (معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا)



A



B

الشكل (7.3) . تمثل (A) و (B) مناطق من جمجمة KNM - ER 1470

تحديد تقريبي للسنوات الماضية

4-5 مليون إلى 1 مليون سنة	فصيلة القرود الأفريقية لحويبة انقرضت
3 ملايين سنة	بقايا إنسانية في إثيوبيا وكينيا أصول الجنس البشري الإنساني
2 مليون سنة	أول أداة إنسانية
1½ مليون سنة إلى 500,000	الإنسان المنتصب أصل الجنس الإنساني
250,000	الإنسان البشري الحديث
70,000 - 1000,000 سنة	بقاياات إنسان الكهوف في أوروبا وأمريكا
35,000 - 70,000 سنة	دليل وجود الدين والفلسفة
30,000 سنة	دليل وجود الفن (الأدب)
6,500 سنة	أول كتابة معروفة

الجدول 71 . جدول تقريبي يعتمد على اكتشافات مستحاثات النوع الإنساني الحديث

شروط متطلبات الإدراك Cognitive Prerequisites

إتعاء شئ أي نظام لغوي واستمراره والحفاظ عليه، لا بد من أن نحتاج إليه الأجاس حاجة ماسة. فقد طوّر النحل، والدولفين، وبعض الحيوانات الأخرى المتوحشة أنظمة اتصالات متطورة ويمكن أن تكون الإشارات أو رموز الأنظمة شمعية، موصعية، سمعية أو بصرية. فعدد الثدييات المائية، تكون معظم الإشارات سمعية أما عند القرود الصالحة فيبدو أن الإشارات مجموع من الإشارات السمعية والبصرية وتتشأ الحاجة الماسة الواضحة لنظام اتصالات عند احتياح المخلوقات للتعاون والتفاسم من أجل البقاء وترايد، صفة العيش الإجتماعية، بحيث يعتمد مخلوق على آخر، وتنامي درجة تعقيد الوجود الإجتماعي - يجب - عندئذ - على نظام الاتصالات أن يكون عيياً ومرباً على نحو كاف بحيث يتمكن من نقل المعلومات الضرورية إذ يمكن، مثلاً، أن تكون اللغة ملائمة في نقل معلومات حول صناعة الأدوات المستخدمة في الصيد أو جمع الطعام وربما كان ضرورياً نقل معلومات حول كيفية تصميم أداة تستخدم في صناعة أدوات أخرى ويحتوي مخطط تصميم أدوات تستخدم في صناعة أدوات أخرى أو اعتماد استراتيجية تستخدمها عدة مخلوقات في صيد حيوان على تأجيل في إصدار الأوامر العنسية، وتفكير في المستقبل وتعرض اللعبة عادة الوعي وتعكس أساسه الإدراكي. ويقدر ما يكون الإدراك مجرداً يكون تعقيد النظام اللغوي ضرورياً وعندما تحرك الإنسان البدائي في قبائل يصطاد على نحو جماعي، ويشارك في الولائم ويحمي الآخرين من الأعداء أصبح تبادل المعلومات أمراً مهماً جداً والرهان على متطلبات الإدراك مائل هنا وهناك حيث يعود تاريخ أول أداة معروفة إلى حوالي مليوني سنة مضت، ويعود تاريخ أدوات استخدمت بوصفها أشياء فية إلى حوالي ثلاثين ألف سنة. ووجد هيكمل عظمي قرب La chapelle - aux - Saints في حوبي فرنسا، يعود تاريخه إلى ما بين 7.000 و 35.000 سنة، مدفوناً مع عدة أدوات، وذلك عُرف أو تقليد يحكى عنه في مراسم دفن إنسان الكهوف، ويقترح ذلك دين، وفلسفة، ومعايير محددة تفتصر، في أغلب الظن، وحوود لغة لنقل الأفكار.

ويرى فان لوك كودل Van lawick - Goodall ، أن الشمبانزي تستخدم أدوات في

حصولها على الطعام، وتتحدث بالإيماءات، وتعابير الوجه، وأكثر من عشرين صرخة ونداء، إلا أنها لا تمتلك لغة كلغة الإنسان، على أية حال، حيث تقسم الرموز ويعد مجموعها في عدد لا يحصى من الرسائل ويدل نداء معين أو صرخة معينة في نظام اتصالات بسيط، كما يمكن أن تكون الحال، على شيء ما، ويشكل كل منها رسالة مستقلة يمكن أن تشير صرخة طائر ما إلى التنبيه على وجود خطر، ويمكن أن يدل موقف أو وضع جسماني على الخضوع أو الاستسلام وفي مثل نظام الاتصالات هذه يجب أن تكون الصرخات المميزة أو الإيماءات محدودة العدد كي لا تثقل كاهل الذاكرة رد على ذلك أنه لو زاد عدد الصرخات هذه فقد تفقد صفاتها التمييزية وتعدو عامصة ولهذا السبب تطورت الأنظمة الأكثر تعقيداً حيث تقسم فيها النداءات أو الإشارات، وتستخدم في تركيبات تولد معاني مصاعفة أو متزايدة دون زيادة عدد العناصر الأساسية

ومن ذلك مثلاً أن هوكيت وآششر (Ascher & Hockett) أجريا تحليلاً لنداء التحذير، ويمكن تحويله على نحو يعي فيه أن الخطر قادم من الأعلى، ويمكن تحويله على نحو آخر بحيث يعي أن الخطر قادم من الأسفل وكذا يمكن صيغ أقسام معينة من النداءات ويقترحان أنه يمكن صنع نداء جديد يعي «خطر أو طعاماً» من أجزاء من نداء يعي «الطعام هنا» وأجزاء من نداء آخر يعي أن «الخطر قادم»

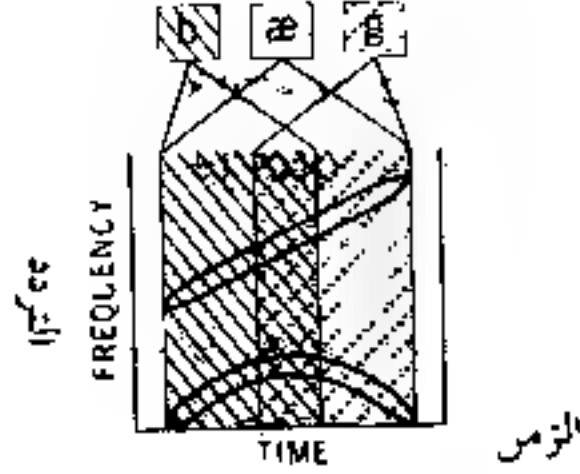
وفي حال اجتماعية يُطلب فيها قدر كبير من التفكير يساعدنا النظام اللعوي على تحديد الأفكار وحزها في الذاكرة إذ كثيراً ما نحصل على فكرة جديدة وسارع إلى كتابتها كي لا نساها؟ إن تسمية الشيء تساعدنا في تركيز الانتباه عليه أو تذكره، وتساعد على التغلب على الخوف منه في بعض العقول وربما احتاج الإنسان الدائي أن يقول اسم حريسته ويدهنها أو يرسمها في كهفه كي يسيطر عليها. وهكذا يبدو أن اللغة لم تكن حاجة ضرورية لنقل مخاوف الإنسان الدائي وحاجاته الضرورية، بل ساعدته في تطوير إدراكه

لماذا الكلام

Why Speech

لو أدت حياة الإنسان البدائي الإجتماعية إلى نشوء نظام اتصالات أو نظام تخاطب معقد وتطورهما فلماذا الكلام؟ ربما كان نظام التخاطب لغة إيماءات معقدة كدغة الإشارات الأمريكية التي يستخدمها الصم، أو ربما كان نظام أصوات كذلك الذي نستخدمه الطيور فالشر يستخدمون الإيماءات، والتعابير الوجهية والصوت أثناء الكلام لكن سيطرة نظام اتصالات صوتي - سمعي سمحت بالتخاطب الليلي، وبقلت التخاطب عبر مسافات بعيدة أو في مساحات تضعف الرؤية فيها، وحررت يد الإنسان في النقاط طعامه أو استخدام الأدوات يختلف الكلام على أنظمة التخاطب الصوتية الأخرى في أنه مرمز ومؤلف من أجزاء صامتة وأخرى صائتة وغالباً ما تصدر الأصوات متوازية على نحو تصنع الدلائل السمعية لقسم ما الدلائل السمعية في القسم المحاور ويساعد نظام التخاطب الرمزي الفعال هذا في نقل معلومات في مدة محددة أكبر مما لو أرسلت متعاقبة.

ومثل ليرمان بشأن تشابك الدلائل السمعية في كلمة «bag» جيد في هذا السياق لاحظ في الشكل (7.5) أن دلائل /b/ السمعية تتشابك مع تلك الخاصة بـ /g/ التي تشابك هي نفسها مع /g/. وهكذا، نجد أن هناك تأثيراً متداخلاً في الخرح السمعي الذي يفك المستمع رموزه لا يسمح الكلام بنقل المعلومات السمعية أسرع كثيراً مما لو أصدرت الأصوات نفسها متعاقبة فحسب بل يعرض حشواً رائداً من المعلومات على نحو يصح الإتصال معه مؤثراً على نحو فعال ونجد مثلاً أن دلائل جهر القونيم /b/ على المستوى القويحي معطاة في السصات الجهرية للصوت نفسه، وفي الوقت القصير بين الدفقة الهوائية وبداية جهر /b/، وفي نقصان Aspiration في الدفقة الهوائية وتضاف أعماط التعيم، والسرة، والإيماءات إلى المعلومات التركيبية ولدلالة والفونولوجية المنقولة، ولذلك يجب أن تشوه الرسالة شكل كبير للغاية قبل أن يتعدر فهمها جيلاً.



الشكل 7.5 طيف بياني يوضح تأثيرات التطقن المشترك في المقطع [bæg]

ويقترح ماتنجلي (Mattingly) أن الكلام بمظاهره الدلالية المناسبة لتحرير طويل الأمد في الدماغ الشري ومظاهرة الصوتية المناسبة للث على خط المجري الصوتي لم يتغير مصادفة ليكون أداة لعبة الشرية بل يُعترض بوصفه نتاجاً خاصاً بذكاء الإنسان مركباً مع استعدادات فيما قبل اللغة أو تحرر اجتماعي فطري يشه في صمات خاصة، المؤثرات أو المنتهات الرمزية التي تفرصها المخلوقات الأخرى، كذلك القسم من أعية عصمور الدوري الأبيض الصنف الذي يشير إلى حدود ملكيته بالنسبة إلى الطيور الأخرى

وربما مكنت ملكة الأصوات الكلامية الفطرية هذه، الإنسان من أن يحفظ للمصيد والمرحلات الجماعية وحماية الجماعات المتقاربة سلالياً. ونقول بتعبير آخر إنه يمكن أن تكون المقدرة الكلامية قد أدت إلى السلوك التعاوني ومن وجهة نظرية بحثية يمكن للعكرة المعارضة القائلة إن الحاجة لفعل هذه الأشياء من أجل البقاء قد قادت إلى تطوير شيفرة كلامية مكيفة بحيث تنقل المعلومات عن الحاجات أن تكون صحيحة أي أن السلوك قد أدنى إلى اللعبة ويندو أن المسألة لا تكمن في أيها وتعد أولاً الكلام أم السلوك القبلي، بل هي مسألة الحاجات الاجتماعية، والمقدرات الإدراكية والأنظمة الدعوية التي تطورت معاً بحيث تتساند ويبني كل منها على ما قدمه الآخر.

Psychological Framework Chimpanzee language

الإطار النفسي لغة الشمبانزي

يمكن جمع بعض الأدلة على شوء اللغة والكلام من مراقبة السلوك التخاطبي عند الثدييات المتدنية، والطيور، والرصع البشر، ومن دراسة الإدراك السمعي الإنساني وغير الإنساني وقد افترض الشر مد زمن بعيد أنهم الوحيدون الذين طوّروا لغة تحدّد بوصفها نظام اتصالات رمزياً تحكمه قواعد وقوانين محدّدة ويمكن للمرء أن يولّد من خلاله ألفاظاً جديدة ومبتكرة. كان هناك شك في أن الدولفين يمكن أن ينافس الناس نحو هذه القدرة، لكنّ الدليل لما يتوافر بعد لأن الإنسان قد فشل حتى الآن في فهم النظام التخاطبي الذي يستخدمه الدولفين وحتى العقدين الماضيين لم يشعر الإنسان بأي خطر من أقرب أقربائه من الكائنات الحية، وهي القردة الضخمة التي كان واضحاً تماماً أن قدرتها على تعلم اللغة ضعيفة منذ البداية.

وقد حاول هير (Hayes) تعليم قرد شمانزي يدعى فيكي (Vicky) التكلم، وبعد أربع سنوات من الجهد المضي كان أقرب شيء إلى الكلام البشري، في سلوكه التخاطبي، أربع كلمات هي: «mama»، «papa»، «up»، «cup» وكان لابد، خلال الستينات والسبعينات، من تركيز الإنسان على مقدرات الشمانزي اللغوية والتكيف معها. وقد بدا واضحاً منذ البداية، عندما قام جاردنر (Gardner) من جامعة نيفادا بتدريب أنثى شمانزي اسمها واشو (Washoe)، أن الشمانزي قادر على تعيّد السلوك الرمزي الذي يعدّ لغوياً أنه ينطوي على تعلم القواعد الضرورية في تسلسل الرموز، ويقدم دليلاً على ذلك لأنه يمكنه استخدام النظام على نحو مبدع من خلال توليد ألفاظ جديدة لم يتعلمها من قبل، إذا تم التعبير عن اللغة بطريقة إيمائية بدلاً من الطريقة الصوتية. وتعلّمت واشو مخاطبة الإنسان من خلال تعلم لغة الإشارة الأمريكية للصم، الشكل (7.6)، وتعلّمت كلماتها الأولى وهي في عمر خمسة عشر شهراً، وتعلّمت حملتها الأولى بعد عامين وهي: «come Gimme sweet»، وبعد السنة الخامسة تعلّمت واشو

أكثر من 130 رمزاً، وعدّ هذا قفزة أو خطوة كبيرة تجاوزت إنجاز فيكي المحدد بأربع كلمات فقط.



الشكل 7.6 : واشو وهي تعني كلمة «drink» «اشرب» لبياترس جاردنر

والبحوث التي تستخدم لغة الإشارات حارية الآن في عدة أماكن وقد حققت نتائج إيجابية وعدداً أكبر من المبررات ووفرت دليلاً أقوى بشأن العاط متكررة، حيث علّم بريماك «Premack» من جامعة كاليفورنيا في Santa Barbra أنثى شمبانزي إسمها Sarah نظاماً آخر يستخدم طريقة بصرية - يدوية وقد استخدم نظاماً من 125 كلمة مثلت بـ 125 شكلاً بلاستيكية مختلفاً في إصدار حمل مثل «Mary give apple». ويستمر هذا المسح الآن في عدة مراكز جامعية من خلال استخدام الآلات الطابعة برموز معروضة على المفاتيح تثير أو تنشيط عملية تركيب الكلام، وطريقة أخرى، هي أيضاً بصرية - إيمائية، تعتمد على آلة تعليم يضبطها كمبيوتر وقد علّمت Lana - وهي أنثى شمبانزي يمكنها التحايل (في Yontor Regional)، ضغط أزرار مركزة كي تطلب عملاً ما وهكذا تمكنت من تعلم القواعد التركيبية الأساسية من الإنجليزية وأبدت فهماً كافياً للقواعد بحيث استخدمتها في حمل جديدة. الشكل (77)



الشكل 7.7 لانا عند لوحة مفاتيح حاسوب يمتلك كل مفتاح رمزاً مميزاً على سطحه

والمدهش في هذه التجارب أن الشمسيري يمتلك، في أقل تقدير، بعض المؤهلات الإدراكية الصورية في لغة بسيطة من الواضح أنه يمتلك مفاهيم البصع مئات من الأشياء ولو رُوِدَ برمودا إيمائية أو رموز بصرية كي يربطها بهم المفاهيم، لأنه تعلم القواعد الصورية لتوليد حل حديثاً. لكن الشمسيري لم يظهر الإبداع الدعوي الذي يظهره أطفال البشر إلا أنه يمكنه ابتكار بعض الألفاظ. وقامت لانا، التي لما تتعلم كلمة يرتفال بعد، بل تعلمت الكلمة الدالة على اللون البرتقالي، بصعط أررار تشير إلى التماحة ذات اللون البرتقالي. وقامت واشو، التي لما تعرف الإشارة الدالة على اللط تتعبد الإشارة الدالة على الطيور المائية وهكذا يبدو أن معرفة أن القدرة الصحيحة الحية الآن تظهر بعض المقدره اللغوية شيء مهم في مناقشة تطور اللغة والكلام عند الإنسان. إن البصع الطوعي، الذي أبداه الشمسيري في استخدام يديه في الطريقة البصرية - الإيمائية كان رائعاً وإن قصوره الواضح في الطريقة السمعية - الصوتية هو اختلاف نوعي عن مقدرة الإنسان ويجب إرجاعه إلى اختلافات في البصع العصبي، بالإضافة إلى اختلافات تشريحية أخرى.

ويعتد بعض المنظرين كفاءة الشمسيري المعاصر الإيمائية دليلاً على أن الإنسان الدائي يمكن أن يكون قد طور اللغة والكلام من لغة إيمائية بسيطة مستخدماً سمات فوق قطعية صوتية عاطفية (التنظيم والسرة) معها. وتبوءت الأصوات التلقية، في هذه النظرية، مكانة متصاعده في الأهمية، وبالمقابل تضاعفت الإشارة تعريجياً. ويقترح مطرون آخرون أن الدليل من الشمسيري يظهر أن الإنسان قد تطور وفق حط مختلف تماماً ومهما يكن، فإن الظنك الرمزي يفترض وجود مقدرة إدراكية معينة، واللغة هي إحدى أشكال السلوك الرمزي. فليس الكلام إلا شكلاً من أشكال اللغة. يمكن للشمسيري أن يتقن بعض أشكال اللغة الإيمائية، لكنه تنقصه الآليات السمعية - الصوتية اللازمة لإصدار الكلام

إذا كان الإنسان طَوْرَ لغة صوتية لا تحتفظ بالاتصالات عبر الكلامية فيها إلا بدور ثانوي، فإن هي الأدلة التي تشير إلى تطورها، التي يمكن الحصول عليها من دراسة أغاني الطيور التي نستحلم نظام اتصال صوتياً أيضاً؟ يرى مارلر «Marler» من جامعة روكهملر في نيويورك تشابهاً بين كثير مما اكتشف اللغويون وعلماء النفس حول إدراك الكلام عند الإنسان والدراسات التي قام بها هو وآخرون على الإدراك السمعي وتطور أغاني الطيور.

لقد رأينا في فصل إدراك الكلام أن الناس يدركون سلسلة من أصوات شبيهة بالأصوات الكلامية على نحو غير مشروط أي لا يستطيعون تمييز الاختلافات السمعية ضمن القويم - ولكنهم يميرون اختلافات مشابهة إذا وقعت عند حدود القويمات. هناك بعض الشك والارتباك حول إمكانية كون هذا التمييز يقام على أساس قويم يمثّل الوظيفة أو الدالة التمييزية في آلية السمع الإنسانية. وحقيقة أن الششيلة وقردة الريمس تظهر تمييزاً مشابهاً، على الرغم من فقدان الواضح للمعلومات القويمية التي ستبي عليها تصنيفها، تشير إلى إمكانية ساء الناس للعتهم، وخاصة تمييزاتهم القويمية، على التباين الذي يجده النظام السمعي أكثر تمييزاً وإلى أن هذا التوليف السمعي ربما تطور بوعياً على نحو يتضمن الإنسان وبعض الثدييات الأخرى. هناك، إذاً، توليف نظري للإدراك السمعي تجاه تسايلات سمعية معينة يمكنها أن تصح مفيدة لغوياً. وهناك أيضاً مقدرات إدراكية نظرية تسنّى بوصف أية مقدرات إصدار أو إنتاج ماضرة، وقد أظهرت إيمان واحرون وجود الإدراك غير المشروط عند الرصع قبل أن يطوروا كلاماً مدة طويلة يمكن النظر إلى إدراك قردة الريمس والششيلة بوصفه دليلاً على أن الإدراك يسبق الإصدار في التطور الواعي أو العرقي. وهناك، أخيراً، دليل حول الفترة الحساسة. حيث أن الكائن الشري مولف فيريولوجياً على تعلم لعتة

الأولي خلال سنوات العمر، وعندما يؤخر تعلم اللغة، يصبح تعلمها صعباً على نحو متزايد. وما يبدو سهل التعلم للغاية في سن الثانية يصبح شبه متعذر في سن الثامنة وفي سن البلوغ، حيث تضيق مرونة الدماغ لتعلم اللغة الأولى. وقد أوضح هوكيت أن فترة عجز الطفل الطويلة التي بدأت أو تطورت عند الإنسان تسمح بوقت أطول من المرونة في تعلم اللغات.

تعتمد المقارنة بين أغاني الطيور والكلام الإنساني على دراسات قامت على ذكر العصفور الدوري الأبيض الرأس. فكثيراً ما يسمع هذا العصفور أعية العصفور المس من حسه خلال الفترة الحساسة، عندما يكون عمره بين عشرة أيام وخمسين يوماً، ويستطيع سماع غنائه هو نفسه، إذ سيمني كامل الأغنية مع سيمات اللهجة المحلية عندما يبلغ عمره حوالي عشرين يوم تقريباً. فلو أصيب بالصمم خلال الفترة الحساسة، أصبحت الأغنية غير طبيعية. (الشكل 7.8) ولو عزل العصفور الصغير على نحو لا يسمع فيه غطاء الطائر المس، بل يستطيع معه سماع غنائه الخاص، فإن الأغنية ستكون غير عادية، بل ستتضمن بعض سمات الحس الطبيعية. ويشير هذا إلى أن أثراً أولياً عن الأغنية هو فطري، لكنه لكي يعي العصفور كامل الأعية، عليه أن يسمع الأنموذج الذي يطبع نفسه في الدماغ ويعيه فيما بعد، ويحوره ويعيره حتى يصبح صورة مطابقة للأنموذج المطبوع وعلى نحو مماثل، تمثل المقدرات الإدراكية والإنتاجية الفطرية الأساس للغة الخاصة التي يتعلمها الطفل، والتي يجب أن يتعرض لها خلال الفترة الحساسة من تعلم اللغة، والتي يجب أن يسمعها نفسه وهو يستحلمها محاولاً تعلم الأنموذج لكي يكتسب كلاماً عادياً.

إن الدلائل التي تعرضها النظريات اللفظية حول بشوء اللغة والكلام، بغض النظر عن كيفية حدوث ذلك، تقول بإمكانية أسقية المقدرات الإدراكية على المقدرات الإنتاجية، أي يمكن أن يكون الإنسان البدائي قد اختار طريقة المقارنة بين الأصوات وهو يطوّر كلامه، هذه التي كانت متبينة جداً قديماً من خلال نظامه السمعي. ويقترح ميرر (Myers) أن الإنسان المنتصب بوصفه حسياً، يمتلك صبطاً دماغياً على أعضاء النطق والحركات الوجهية - اللمية يختلف تماماً عن الأحاسيس المشابهة الأخرى التي تستخدم أيديها في شياطين هادفة، ولكنها لا تمتلك سوى صبط دماغي صغير على صرحاتها أو نداءاتها. إننا نعرف أن المقدرات الإدراكية الضرورية للكلام واسعة الإنتشار بين الحيوانات، ولكنه لا يوحد أي دليل على الكيفية التي تطورت بها المقدرات الإنتاجية (إنتاج الكلام) ويبدو أن الشمبانزي قادر على استخدام اللغة على نحو إنتاجي، ولكن نعوره مقدرات الكلام اللفظية - السمعية. تستخدم الطيور الأمودح اللفظي - ولكن يبدو أن نداءاتها أو أعابها محدودة وتنقصها شبرة إصدار مرنة تمكها من ابتكار رسائل جديدة وحلقها

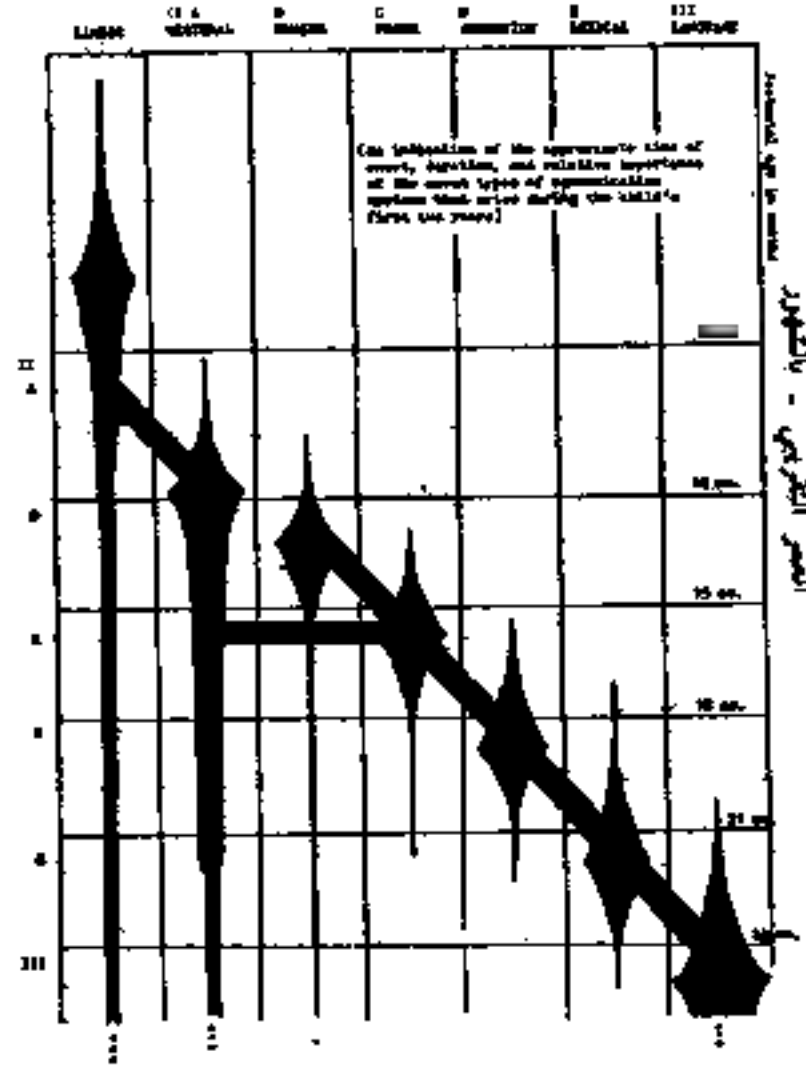
Child Language

لغة الأطفال

يمكن إيجاد أكثر الدلائل إقناعاً حول بشوء الكلام وتطوره من خلال دراسة تطور الكلام عند أطفال الإنسان وتكون ألباظ الرضيع قبل اللعوية صرحات لا إرادية تعبر عن القلق عندما يكون جائعاً أو غير مرتاح وأصوات مريجة هادئة عندما يكون مرتاحاً أو يرضع ويمكن أن تشبه مرحلة الببابة مرحلة نداء المطرية في أعية العصفور الدوري التي تبدو واضحة في أعاب العصفير الصماء ويبدو أن الببابة مطرية، فعلى الرضيع الصم يأنثون، لكن الطفل العادي يظهر بداية النطق الإرادي خلال مرحلة الببابة بينما تموت الببابة تدريجياً عند الرضيع الأصم وبعد أن يكتشف الرضيع أن الصوت يعني شيئاً ما، وأنه، مثل آدم، يمكنه سمية الأشياء، وذلك حدث يحدث عادة بحلول العام الأول، تتقدم تطور اللغة بسرعة وبعد ستة شهور فقط، يقدم الطفل بعض الحمل،

ويستخدم الرصع الإشارة مع الصوت وفي مرحلة سمية الأشياء، يمكن أن يشير الطفل إلى شيء مهم له، ويحاول من خلال استخدام الإشارة والأصوات العديدة المغري أن يشد انتباه المرء إليه وعندما تحوّل الإشارة، عندما تفشل الإشارة في الإشارة إلى ما يرغب التعبير عنه، عندئذٍ يحتاج الطفل إلى تسميته وتطور التراكيب النحوية انعكاس مباشر أيضاً للحاجة الإدراكية القابعة حلقه وتتطلب العلائق ترتيب الكلمات في عبارات فاعلة وعبارات فعلية في التعابير الكامنة هل يمكن للتطور المردي أن يلخص التطور العرقي (تطور عرق أو جنس بكامله) يقترح لامنديلا (Lamendella) أنه يمكن أن نرى تعبيرات تاريخية العرقي عندما سطر إلى التطور المردي للكائن البشري، وتصيح كامل النظريات، التي تبدو متناقضة ومعترة حول مشي الإنسان وتطورها، صحيحة، إذا اعتبرنا أن الإنسان البدائي قد مر في مراحل متلاحقة مشابهة لتلك التي يمر فيها رصيع واحد بهمة يقتضي (الشكل 7.9) أثر مراحل التطور التحاطبي خلال الستين، الأوليين من عمر الطفل البشري، ومثلها يتقدم الطفل من نموذج من نظم الاتصالات إلى آخر ربما مر أجدادنا تدريجياً بمراحل مشابهة

للقرحة
الذمة المعجمية التأكيد التركيز التسمية الإيماء حركات الأطراف

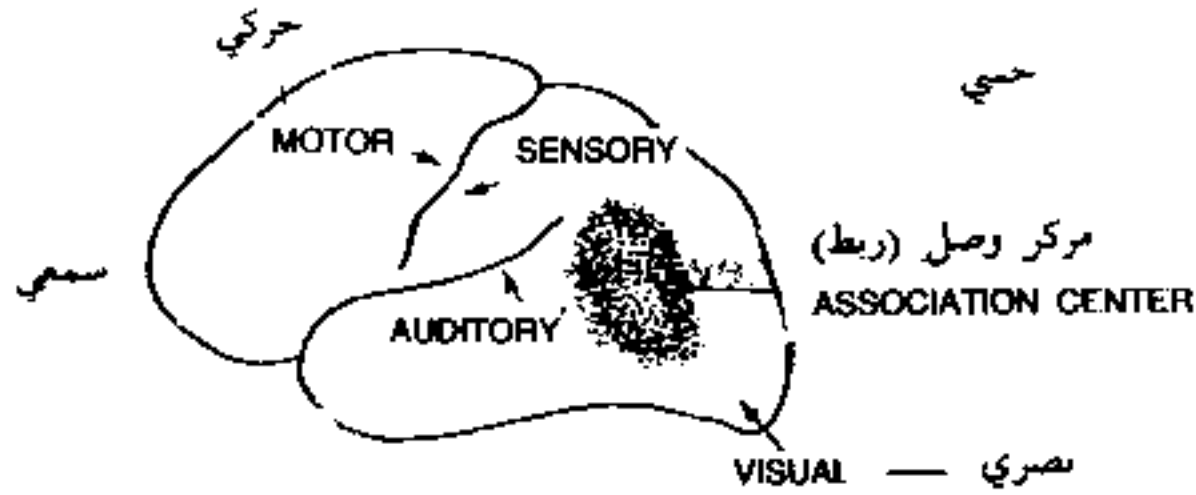


الشكل 7.8: مخطط يبيّن للمراحل النصحية في تطور أنظمة الاتصالات عند الطفل. يبدأ الطفل برسائل عاطفية معكسية تحكمها أنظمة الأطراف (اليدين والرجلين) حيث يصعب تأكيداً متزايداً للرسائل الإدراكية (العهمية) من خلال الإيماء، والتسمية، وتركيز العبارات المفادفة في جمل من كلمة واحدة، إلى تأكيد مؤلف من كلمتين، وحيوط معجمية تشكل رسالة مختصرة (برقية). وبحلول العامين تحكم أنظمة التخصص الدعاغية الحمل التي تلحق القوانين والقواعد المورفولوجية والنحوية (التركيبية)

Biological Framework Brain organization

الإطار الحيوي تنظيم الدماغ

إن آخر إطار يكرر الرجوع إليه في مناقشة طبيعة اللغة وتطور الكلام عند الإنسان هو من دراسات الدماغ والمجري الصوتي. ولقد ذكرنا قبلُ الريادة الكبيرة في حجم الدماغ بين الفرد من جنوبي أفريقيا والإنسان المنتصب، ولكن إذا فسرنا اكتشافات السعيمات في إثيوبيا وكينيا للهياكل الإنسانية، التي كانت تعاصر الفرد الإفريقي الجنوبي، على أنها بقيت لكون الفرد الإفريقي الجنوبي جداً مباشراً للإنسان، يصبح اختلاف حجم الدماغ أقل أهمية عندئذٍ. وربما كانت مقارنة تشير إلى ترتيب الدماغ أكثر أهمية من حجم الدماغ نفسه. وهناك بعض الدلائل على أن القشرة اللحائية الرابطة في منطقة الفص الخلفي الدماغية والمص الصدغي، المهمة جداً بالنسبة للغة، قد ارتداد حجمها بتطور فصيلة الإنسان إلى الجنس البشري. وتعكس شظايا أقدم الحماحم الإنسانية المكتشفة أيضاً منطقة بروكا أكبر، وهي مهمة للضغط الحركي الكلامي، من تلك الموحدة خارج الحس الشري. وقد قادت دراسة هولوي ضمن الجيبرات العظمية في فصيلة الإنسان إلى الاستنتاج بأن شكل الحماحة الإنسانية قد نشأ في وقت أقدم بكثير مما هو معتقد الآن. لقد أعيد بناء الجماعم المستحاثية من الشظايا المتوفرة، ومن العث ادعاء الدقة حول الأدمة التي كانت تقطع هذه الحماحم وطريقة أخرى في تناول المشكلة هي إجراء المقارنة والتاين بين الأدمة السليمة في النوع البشري الحديث وأقربائه غير الناطقين. وقد أظهر جسيوند «Geschwind» من مدرسة هارفرد الطبية في بوسطن أن مناطق الاستقبال الأساسية في دماغ الإنسان والفرد متشابهة، ويقع الاختلاف بينهما في تطور دماغ الإنسان لمناطق ربط أساسية وخاصة المنطقة الواقعة بين الفص الجداري - الصدغي التي تقع على نحو مناسب وسط مناطق الإحساس الحركي السمي والبصري، الشكل (7.10)



الشكل 7.10 توصيف مناطق الاستقبال والربط في منطقة القصر الجداري - الصدغي عند الإنسان. أن المنطقة الأخيرة متطورة جداً في الجنس البشري.

يعتقد أن تطور الربط هذه يعبر سلوك التسمية عند الإنسان فهو يرى ويحس شيء ما، ويسمع اسمه، ويتعلم إصدار الاسم نفسه بعد ربط المتلازمات البصرية والسمعية والحسية - الحركية للشيء المراد تسميته. وتثير التسمية تطوراً لغوياً أبعد وإن أي تعطيل في منطقة الإتصال في القصر الجداري - الصدغي يندخل في مقدرة التسمية ومقدرات لغوية أخرى

ويجد أولئك الذين يدعمون فكرة الأصل الإيمائي للكلام سداً في التفارب الموجود بين تمثيلات اليد والتمثيلات النطقية في الوظائف الحركية - الحسية في الدماغ وكما رأينا في فصل إصدار الكلام فإن الصبغ الحركي لبداً، وذلك الصبغ الخاص في المجري الصوتي، متقاربان على نحو دقيق، ويقعان معاً في فص الدماغ الأمامي، والشيء بهبه صحيح بما يخص التمثيل الحسي في القصر الجداري.

Laterallization

التخصص الدماغي

من المفيد أن نناقش الأهمية الممكنة للغة من جراء تحديد وظائف جانبي الدماغ الواضحة عن الإنسان. يستخدم الإنسان أحد نصفي الدماغ في بعض الوظائف، والنصف الأخرى وظائف أخرى واللغة مسيطرة على نحو جلي في نصف الدماغ الأيسر على الرغم من وجود بعض الاختلافات الفردية. ولا يوجد هناك سوى دليل ياهت شأن

تخصص الوظائف الدماغية في الثدييات الأولى من فصيلة الرئيسيات* وقد أظهرت القردة الصلابة تمهيداً لاستخدام اليد (فقد رُوي على سبيل المثال، أن العوريلاً تمسك البدء باستخدام اليد اليمنى في ضرب الصدر) لكن معظم البحوث قد أظهرت أن تمهيد اليد عشوائي التوزيع وليس مقصوراً على سيطرة اليد اليمنى، ويمكن تحويله من يد إلى يد من خلال التمرين. ولا يلتزم صُط وطيفة اليد المسيطرة والكلام في نصف الدماغ نفسه دائماً، على أية حال، لأن معظم الناس الذين يستخدمون يسراهم (سيطرة نصف الدماغ الأيمن) يستخدمون نصف الدماغ الأيسر في صط الكلام والعمليات اللغوية. وقد لوحظ عدم تناسق يعتقد أنه يتصل بجانب اللغة في الدماغ الشري قشور، سيلفيان في نصف الدماغ الأيسر أطول باتجاه الخلف وأدنى مما هو في نصف الدماغ الأيمن، ومع ذلك، لوحظ هذا الخلاف نفسه في دماغ إنسان الغاب* وهكذا يبدو أن التخصص في نصف الدماغ يمكن أن يكون شرطاً قليلاً لتطور اللغة عرقياً وفرداً. وقد أظهر كيمورا أن الأطفال في سن الثالثة والرابعة يشيرون إلى إدراك كلامي متخصص (في أحد نصفي الدماغ) عندما يحصعون للاحتبارات الشائية يمكن أن يتأسس أو يتوطد نصف الدماغ المتحكم بالكلام في وقت مبكر (أي دون الثالثة)، لكنه من الصعب اختبار أطفال دون هذا العمر* يبدو أن تخصص العمليات الكلامية هو تكييف قام به أجداد الإنسان في يستوعوا الرمز الكلامي (الشفرة) المتزايد التعقيد مع القدرات الأخرى الخاصة بحل مشاكله

Vocal Tract Changes

تغيرات المجرى الصوتي

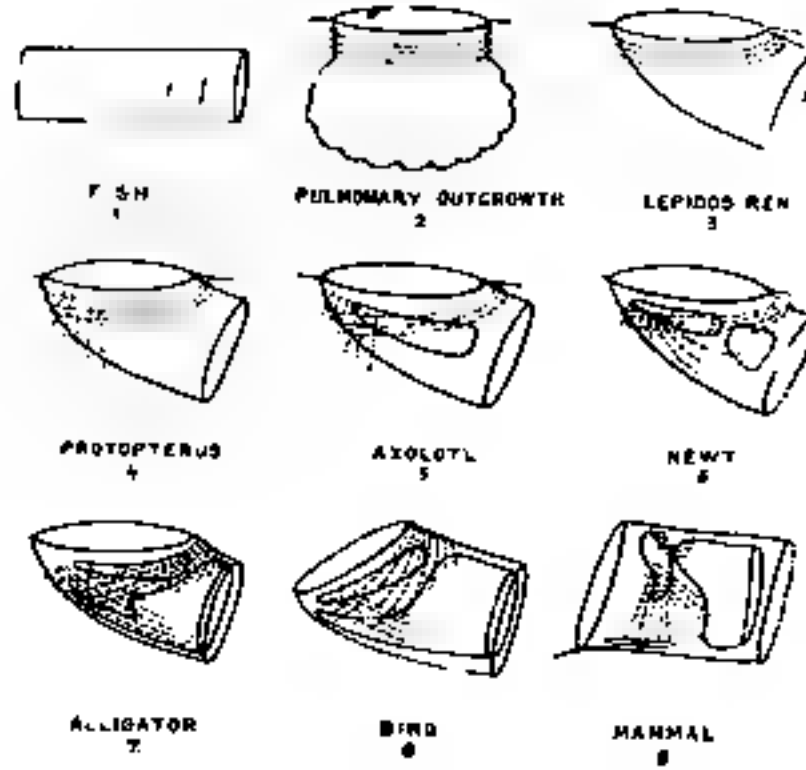
لقد تطور المجرى الصوتي أيضاً أثناء تطور الإنسان، وتطورت الحنجرة من عضو متكيف للتنفس خاصة إلى عضو تكييف أحيراً على نحو فريد، بعد بعض تغيرات أخرى كالشكل القائم، لإصدار الأصوات في الكلام البشري. وتطورت المنطقة فوق - الحنجرية أيضاً لعدة أسباب: منها تحسن حاسة الرؤية على حاسة الشم من

* الرئيسيات رتبة الثدييات التي ينتمي إليها الرئيسات، تتميز من رؤية الاتجاه التطوري بالاحتفاظ بالتكوين الشائع للأطراف والأسنان وازدياد حركة الأصابع، وجنوباً الأطوار محل المحالب، وتطور الرؤية المجسمة وبما في القشرة لدماغه

* إنسان لعب ضرب من القردة لعب شبيهة بالإنسان يقطن في بوريو وسومطرة

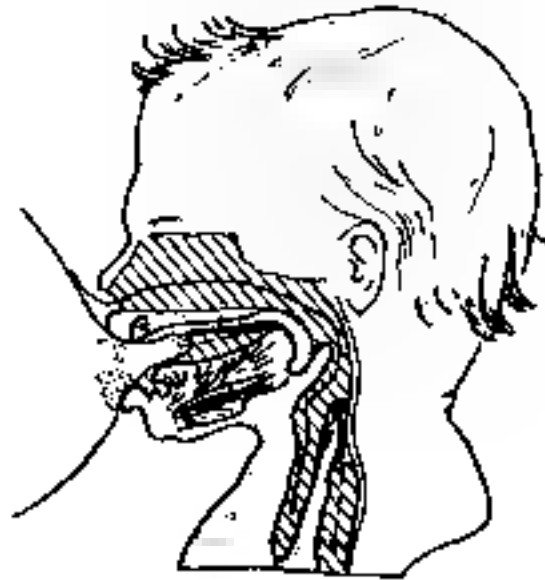
حيث هي وسيلة لالتقاط المعلومات عن الحيوانات الأخرى، والحاجة إلى إصدار تنوع واسع من الأصوات المميزة والتكيف الأخير في المجرى الصوتي ينفرد به الجنس البشري بحسب.

وكان نيوجس (Negus)، وهو عالم وظائف أعضاء بريطاني، أول من درس تطور الحنجرة والمجرى الصوتي بانتظام، وأوضح كيف تحولت العضلة العاصرة السليطة عند السمكة الرئوية، تدريجياً أثناء التطور، والتي كانت فعالة على نحو كافٍ في التنفس (فقد عملت بوصفها صماماً لفتح الممر إلى الرئة وإغلاقه) إلى الترتيب العصلي المعقد الذي نجده في الحنجرة الإنسانية التي تتميز بضبط فتح الحبال الصوتية، وإغلاقها، وشدها، وإعطائها شكلاً معيناً، وهكذا تحدث أو توحد اختلافات في صفة الصوت والتردد الأساسي (الشكل 711) وتكيف المجرى الواقع فوق الحنجرة، الذي فصل في أجناس الثدييات الأولى بفعالية المجرى الهضمي عن المجرى التنفسي، إلى وصعته المتصبة الآن عند الإنسان أولاً. واحتل البصر مكانة حاسة الشم بوصفها حاسة أساسية مما حرر اللهاة في الإنخفاض والإنفصال عن الحنك الرخو. فلم تزل حاسة الشم هي الأساسية عند كلاب حراسة الأغنام ويحد اللهاة مرتفعة وتلتصق بالحنك الرخو لإصدار قاء تنفسية منفصلة عن الأنف إلى الرئة. يمكن للكلاب أن تشم الخطر وهي تأكل لأن التحريف الفمي مفصول والطعام يهبط عبر قاء عن جانبي الحنجرة إلى المريء والمعدة. وهكذا، لا يوجد هناك خلط بين كلتا القناتين، ولا يوجد هناك خطر من دخول الطعام إلى الرئتين. ويوجد هذا العزل بين المجاري التنفسية والهضمية عند أطفال البشر عندما يرصعون. حيث يرتفع لسان الرضيع ويضغط اللسان على حلقة الشدي وتتصل الحنجرة مع الممر الأنفي، وهكذا يمكن للرضيع أن يستمر في نفسه وهو يرضع (الشكل 712) وسرعان ما ينتهي هذا نمو الطفل، ويمتلك الأطفال والكبار حناجر وألسنة مهيطة في البلعوم مسببة شكلاً في المجرى الصوتي على هيئة L (الشكل 7.13). وهذا الترتيب ذو فعالية كبيرة في إحداث التنوع الكبير في الأصوات المتميزة المستخدمة في الكلام الشري، ولكنه أقل فعالية في التنفس والهضم لأنها يتقاسمان عمراً مشتركاً وهو البلعوم ولا يوجد خطر الإحتناق أثناء تناول الطعام في القصة الهوائية فحسب، بل يمكن للإنسان أن يبلع ويتنفس في نفس الوقت كما تعمل المخلوقات الأخرى.



الشكل 7.11 تطور الكلى

بدأت بظهور شقوق الخياشيم الطولانية في المرحلة الأولى، وظهور العصلة العاصرة في المرحلتين الثانية والثالثة، واجتمعت مع العصلة الموسعة في المرحلة الرابعة، وبظهور المصاريب في المراحل 5 و 8 تتميز الكلى الثديية بانفصال في المصاريب وتقسيم العصلة العاصرة إلى مكونات 1 - السمك - 2 - نامية رئوية 3 - عصلة حليات الخياشيم 4 الخناحيات الأولية 5 - دمية الماء (أكسولوتل)، 6 سمبل الماء 7 القاطور 8 الطيور 9 الثدييات



الشكل 7.12 المجاري التنفسية والهضمية عند طفل يرضع



الشكل 713 المحاري التنفسية والهضمية عند الإنسان

وهكذا يبدو أن الكلام ليس وظيفة توضع فوق الأنظمة التشريحية المستخدمة في التنفس والهضم فحسب، بل يبدو أن التعيرات التشريحية قد حدثت كي تهَيء الجسم نهضة خاصة للكلام حتى لو كان ذلك على حساب أنظمة بقاء الإنسان

ولقد رودتنا جهود ليرمان وكارلين المتكاثفة بمعلومات عن طبيعة هذه التعيرات التطوية فقد صمغ كارلين (Orelin)، وهو فيزيولوجي في جامعة ييل متخصص بتشريح حديثي الولادة وعلم وظائف الأعضاء، سائل سيليكون مطاطية للمحاري الصوتية عند حديثي الولادة والشماسري، والإنسان البالغ وأعاد بناء هياكل المحاري الصوتية من عييات مستحاثات الحماجم إسان الكهوف وترتب أشكال المجاري الصوتية بملاحظة زوايا الوحيات العصلية في الحماجم وقورنت بالمحاري المعروفة كتلك الموحودة في القرود الحية والإنسان. وقدّر ليرمان وهو لعوي متخصص في سمعيات الكلام، مساحات المحرى الصوتية الممكنة، وأعطى هذه المعلومات لحاسوب مبرمج لحساب ترددات التشكيلات الموجية الأساسية (أو الرنين) لكل الأصوات الكلامية الممكنة وقورنت التشكيلات الموجية الأساسية الممكنة بتلك المعروفة الصادرة عند الإنسان في تفسير مدى قرب ذلك النموذج من المحاري لصوتية من الأصوات لكلامه كما نعرفها اليوم

وتميّزت محاكاة الحاسوب حديثي الولادة الشر، والشمبازي المعاصر عن أنماط رئيسية ماثلت تماماً الأصوات الحقيقية التي تفرصها مثل هذه المجاري، على الرغم من أنها أشارت إلى إمكانية وجود كبح عند الشمبازي، حيث يمكنه إصدار تنوع أكبر من الأصوات التي يصدرها حقاً. تصدر القرود الصرخة وأطفال الإنسان أصواتاً نطقية أكثر حيادية مثل /a/ أو /x/، وتكون أمية في أغلب الأحيان، وهي عبر قادرة على فعل تعديلات المجري الصوتي الضرورية في الأصوات الأكثر نظراً مثل /a/ أو /w/ وحدثت محاكاة ربي المجري الصوتية التي ربما كانت ممكنة عند إنسان الكهوف لكلاسيكي وأعضاء فصيلة الإنسان الأخرى بالطريقة نفسها.

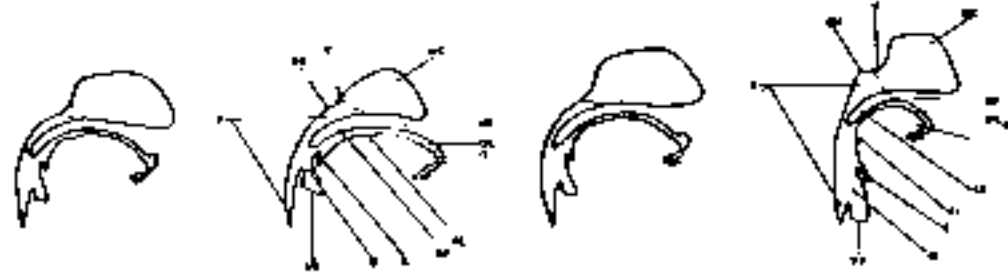
يصور الشكل (7 14) سائث طفل حديث الولادة، وشمبازي بالغ، وإعادة تركيب مستحثة إنسان الكهوف (La Chapelle aux - Saint)، وإنسان معاصر بالغ.



الشكل 7.14 سائث سيليكون مطاطية لتجاويف الأتفة، واللعومية والمجرية في (1) رصيع إنسان معاصر، (2) شمبازي بالغ (3) إنسان الكهوف، وإنسان بالغ معاصر.

ويظهر الشكل (7 15) مساحات المجري الصوتي للماذج نفسها، مع عالم مشار إليها، تساوت في حجمها عندما رسمت. لاحظ القرب الكبير للهاء من الحنك الرحو في أمثلة الطفل الرصيع، والشمبازي، وإنسان الكهوف. ولاحظ أيضاً أن ثقب اللسان الأعور (نقطة بداية الحليمات الصغيرة) قد نزل أو هبط في اللعوم عند الإنسان البالغ محدثاً لساناً مقوساً قادراً على حركة ثلاثية الأبعاد، يقطع جزء منه التحوير العمي، ويفطر

جزءه الآخر التجويف العلوي، بالمقارنة مع اللسان المنسط أو الكتلة العضلية الأكبر سبباً التي تحتل التجويف القمي في المادح الأخرى. ولاحظ أخيراً اللعوم الطويل عند الإنسان البالغ الذي يشكل مع التجويف القمي المرنان المؤلف من قسمين متميزين وهو ما يتميز به الإنسان البالغ فحسب



الشكل 7.15 مخططات للممرات الهوائية عند طفل بشري رضيع، شمانري بالغ، إنسان الكهوف وإنسان بالغ معاصر إن العالم التشرية الموحدة على مخططي الشمانري البالغ والإنسان البالغ المعاصر هي
 P = (اللعوم)، RN = (سقف اللعوم الأنفي)، V = (عظم الميكة)، NC = (التجويف الأنفي)، HP = (الحنك القاسي)، OC = (التجويف العمي)،
 T = (اللسان)، FC = (الثقب الأعور)، SP = (الحنك الرحو)، E = (المهارة)، O = (فتحة الخنجر إلى اللعوم) و VI = (مستوى الحال الصوتية)

تشير نتائج محاكاة الحاسوب إلى أن بعض أشكال المستحاثات، كمستحاثات الفرد الجنوبي الصحم الأفريقي وإنسان الكهوف، وكذا الحال عند الشمانري المعاصر، والرضيع عند الإنسان، لا يمكنها أن تصدر سوى عدد محدد من الأصوات من أجل التحايط بسببها لا يمكنها أن تصدر تنوعاً صوتياً أكبر. بعض مستحاثات الفصيلة الإنسانية تمتلك مجاري صوتية تمكنها، افتراضاً، أن تصدر وترن أصواتاً شبيهة بالأصوات التي يصدرها الإنسان الحالي. إنسان شتاميهايم وهو مستحاث اكتشفت في ألمانيا الغربية يعود تاريخه إلى 250,000 * إنسان ما قبل التاريخ مثل بقحف دودك تم اكتشافه قرب شوتغارت في ألمانيا ننوّه الأحاسان علفطان، ووجهه صغير نسبياً، وعلية دماغه شبيهة بعلية دماغ الجنس البشري

سة، مقدرة دماغية وشكل المجرى الصوتي الضروري أو اللارم لشيفرة لغوية متطورة على نحو كامل

ومن سوء الحظ أن مستحاثات الفصيلة الإنسانية المبكرة التي اكتشفها ليكي وجونسون والطيب كانت مبعثرة ومتشظية للغاية، لأنه لو شابهت الأقواس الجمجمية والأسنان في هذه المستحاثات جمجمة الإنسان الحالي وأسنانه أكثر من مشابهتها تلك الموجودة في القرد الجنوبي الإفريقي الضخم، أو معاصراته، أو إسان الكهوف، فربما انطبق التشابه نفسه على ترتيب العظام الوجهية التي ستضيف برهاناً آخر على تطور مجرى صوتي مناسب للكلام يعود عمره إلى مليونين أو ثلاثة ملايين سنة. ويعتمد الكلام طبعاً على أثر من مجرى صوتي مناسب. ويقترح ليرمان أن العوامل المهمة الأخرى هي الأتوماتية، والمقدرة الإدراكية وتطوير شيفرة كلامية.

A likely Tale

حكاية محتملة

إن نحن جمعنا الأدلة المتناثرة من مناقشة تطور الكلام من منظور الحاجة الاجتماعية، والدراسات النفسية حول الشامتري، والطيور، والوضع، والدراسات البيولوجية للدماغ والمجى الصوتي يمكننا أن نقدم تخميناً بشأن كيفية نشوء الكلام وتطوره ونصمم حكاية محتملة.

عاشت أسر من الفصيلة الإنسانية الأولى منذ ملايين السنين في غابات إفريقيا تصطاد غذاءها في مجموعات صغيرة أو قبائل. وكانت تتخاطب فيما بينها من خلال استخدام عدة مواقف أو أوضاع جسمية كالإيماءات، والتعابير الوجهية، والصراخ، والنحير وبعض الأصوات الدالة على الراحة أو السعادة. ومثل حيوانات كثيرة تعيش اليوم، استخدمت هذه المخلوقات الصوت بالطريقة نفسها التي استخدمت فيها الإشارة، وكانت هناك علاقة بسيطة بين الإشارة ومعناها وبين الصوت ومعناه. وعلى عرار التحذير عند الطيور، وتداعي الدثاب للتزاوج، وصرحات الغوريلا الدالة على العدوان، أصدر أسلاف الإنسان أصواتاً صانحة تدل على الغضب، والارتعاج وفهموا معاني عدة أشكال إيمائية ونطقية تحاطية، فهناك إشارات الطعام، والالتقاء الجنسي،

والخوف، والإنفعال، والكره والرضى وكان كلّ منهم يجمع طعامه نفسه، ويبقى صمم نطاق قريب من الآخرين في المجموعة نفسها، ولا يفكر إلا بالخاص

وحدث تدريجياً أن عادت بعض المجموعات الغابة الكثيفة بحثاً عن الطعام إلى الأراضي المنبسطة في سهول السافانا (الشكل 16 7)، عندئذ لم تعد هذه المخلوقات تحتاج إلى التراجع بين الأشجار، لكنها احتاحت إلى التجول متاعدة قليلاً لإيجاد الطعام ولم تعد طريقة الوضع الجسمي أو الصرحة الإيمائية تفي بغرض التحايط ومع مرور الزمن بدأ هؤلاء الأسلاف ينتصون، وكانوا يستخدمون أيديهم على نحو متزايد في التقاط الثمر والحفر على الحدور تطوّر مهارتهم في استخدام الأشياء وحدوا أنه من المفيد استخدام يد واحدة في إمساك الشيء المطلوب شات، واستخدام اليد الأخرى في لتكف به. وعلى هذا النحو طوّرت إحدى اليدين صمطاً عضلياً كبيراً بغرض إمساك عصص الشجرة وجره نحو الأسفل، بينما قامت أصابع اليد الأخرى بالتقاط الثمر مستخدمة الصمط الأكثر دقة التي تعرضه العضلات الرقمية الأصغر. وبعد ذلك، عندما بدأ أحفادهم الذين كانوا صيادين صنع الأدوات الحجرية وتصميمها، استمروا في استخدام يد واحدة في مسك الحجر وشحده وصقله باليد الأخرى وقد تمّ صنع الأدوات عند هؤلاء إثر استخدام يد على الأخرى وعلى هذا النحو احتلموا عن أسلافهم الذين كانوا يستخدمون كلتا اليدين على نحو متساوٍ في التراجع بين الأشجار وقد حدث أن معظم هؤلاء الصيادين استخدموا أيديهم اليمنى في العمليات التي احتاحت إلى حركات دقيقة مما نشأ عنه تكيف اتصالات الألياف العصبية في نصف الدماغ الأيسر نفسه مع هذه الحركات الدقيقة، وبما أن هذه النشاطات تتطلب عناية وتركيزاً وقدرات على حلّ المشكلات، كان من الطبيعي لنصف الدماغ الأيسر السيطرة على العمليات التحليلية المتصلة بهذه النشاطات، وبالمقارنة كان نصف الدماغ الأيمن مسيطراً في العمليات التي تحتاج إلى التركيب والمقدرة على رؤية الكل والنشاطات البصرية - الفراغية والإدراك وعندما حدّد الإنسان البدائي الوظائف الدماغية سياً، تطورت مقدراته بسرعة وبما أنّ استخدام اليد كان عالياً مصحوباً بطق وصحب هادفين دججت هذه الأصوات تدريجياً في شبكة اتصالات نصف الدماغ الأيسر المؤسسة قبل التي تربط الفكر والبصر والفعل والصوت



الشكل 7.16 حجرة مائية. لقد عاش الإنسان الأول في مثل هذه السافانا (جامعة شيكاغو)

وفي ذلك الوقت، ربما مد ثلاثة ملايين سنة، كان الإنسان البدائي مستعصب القامة تماماً، وأصبح مخترعاً لأداة ومتكلماً بدائياً. احتاج أن يسمي الأشياء لأنه وحده أن التعاون ضمن المجموعة المتقاربة أكثر إنتاجاً في الحصول على الطعام ومقاسمته. وأصبح من الضروري أيضاً التخطيط للمستقبل وتقسيم العمل. كانت لهته محدودة للغاية لسهولة نسبة التثنية لمحراه الصوني، وعوره لشيفرة. لقد كان يصدر عدة أصوات محددة حملت معانيه إلى مستمعيه، وعبث هذه الأصوات «شيء» نفسه. احتار الأصوات التي كانت متباعدة للعبه على نحو يقلل الارتباك والتشويش إلى أقله عند مستمعيه، وكان مفيداً أيضاً بعدد الأصوات التي استطاع إصدارها لأن حنجرته كانت أعلى من حجرة الإنسان الحالي، وكان لسانه أكثر تقييداً في حركته. استطاع إصدار بعض الصوائت، واستطاع إصدار أصوات أمية، ودفعات هوائية، وشخير، وأصوات صغرية، وكان يتكدر للرسائل الممكنة محدداً ومقيداً تماماً كتفسيده في عدد الأصوات

وحدث تدريجياً أن طور الإنسان البدائي عدداً أكبر من الوسائل بوساطة تجمع الأصوات وتركيبها وطور شيفرة عندما اكتشف أنه يمكن استخدام صوت ما مع أصوات أخرى للتعبير عن عدة معانٍ. ويتطور الشيفرة، تطورت الآليات الإدراكية التي تسيطر عليها

وبانتصاب الإنسان الشبيه الآن، تكف تركيبه السيوي لشدة الحادية على جسمه فنهطت حنجرته في رقته التي بدأت تطول وراحت العظام الحركية الدعمة المتزايدة على اللسان تحركه المتزايد ودقة حركاته. ولوجد التحوييف العمي واللحوم معاً أسوأ ربيياً طويلاً

واستطاع اللسان الأكثر مرونة الآن أن يتحرك في عدة اتجاهات مكن الإنسان من إصدار أصوات أكثر ليستعملها في شيفرته الكلامية.

وعندما بدأ الإنسان التفكير على نحو أكثر تجريداً، بدأ يستخدم اللغة في التعبير عن فكره وتشديده، وحصلت نقلة كبيرة إلى الأمام في إصدار الكلام عندما أدرك الإنسان أن تعديل ترتيب الأصوات في التجمعات الصوتية لن يعطيه ألفاظاً يمكنه أكثر (/ma/, /am/) فحسب بل إن تعبير التجمعات نفسها أو تبديلها يمكن أن يستخدم للإشارة إلى خلافات أبعد في المعنى، وهكذا، بدأ تطوير علم التراكيب أو مجموعة قواعد للنسق اللفظي الذي تمحضر عن عرص رائع من الإبداع والابتكارات في إيجاد عدة طرق للإشارة إلى تغيرات في المعنى

فـ «هل توم جاهز؟» تعني شيئاً مختلفاً عن «إن توم جاهز»، وكذلك الحال في اللفاظ «توم ضرب سالم» مقابل «سالم ضرب توم» ففي كل حالة نجد أن الكلمات هي نفسها، لكن التركيب أدى إلى اختلاف في المعنى ومن الأفضل فهم قواعد معية واتساعها في مثل هذه التغيرات، وإدراك أن كل تعلم كل لفظ بنفسه، بل يكفيه تعلم القاعدة التي يمكن تطبيقها في أمثلة أو حالات أخرى

واكتشف الإنسان طرقاً إضافية لتغيير المعنى من خلال الإضافة، والحذف، أو تغيير صوت ما (Cats/Cat, n/ran) أو تغيير النبرة (CONtract) تعني وثيقة؛ (Contract) تعني يوافق ومن خلال تغيير نقاط الوصل (an am/a name)، أو بوساطة تغيير نطق التنغيم (she Left/she left?) وهكذا، كانت المرحلة الثالثة في تطور اللغة بناءً للتعبير اللغوي بحيث يمكن لأي إنسان يعرف القواعد التركيبية للغة ما مع معجمها أو مجموعة من كلماتها أن يتكرر حملاً لم يتعلمها أو يسمعها قبل، إن عدد الحمل في اللغة الإنسانية لا حصر له. وهناك نظام دلالة شامل أو نظام من الألفاظ الهادفة (دات معنى أو معزى) ورافق تزايد عبء اللغة في التعقيد ترايد الآلية الإدراكية التي تدعم وظيفتها.

المرحلة الأولى: الصوت = المعنى

المرحلة الثانية: تجميع صوتي = المعنى

المرحلة الثالثة: بناء صوتي وفق قواعد معية = المعنى.

وتحولت قبائل مختلفة من الإنسان البدائي في اتجاهات مختلفة، وهكذا احتلعت التجمعات الصوتية أو الكلمات التي طورها. واختلفت التراكيب الخاصة في اللغات

الناشئة أيضاً على الرغم من وجود بعض التشابه في كل من القواعد التركيبية والمفردات عندما كان هناك إتصال بين المجموعات الشريفة. لكن الأصوات الكلامية التي استخدمتها المجموعات الإنسانية المختلفة كانت متشابهة تقريباً بسبب القيود النحوية الإنسانية (بناء المجزئ الصوتي) وتشابه الجسم الشري. وطور الناس في كل مكان لغة شعبية. فكل اللغات تعمل وفق قواعد ممكنة المرء من تنظيم شجرة معقدة من الألفاظ الهادفة (دات مغزى)

الخلاصة Conclusion

ثمة سؤالان يطعنان على أي نقاش حول شئ اللغة وتطورها وهما: كيف يمكن للمرء أن يفسر القدرة القصيرة التي يمتدح تطور اللغة فيها، وثانيهما كيف يمكن للمرء أن يفسر «العرق» عكس «العوامل التعليمية» في أصل اللغة وتطورها. وشرح للإعجاز المفاجيء في تطور اللغة الذي يفرص أنه حدث يشبه الطفل الذي يتحرك بسرعة من تسمية بعض الأشياء في سنه الأولى إلى القواعد التركيبية المعقدة في سن الستين، فالإنسان البدائي تقدم بسرعة مذهلة. مد أن امتلك الفكرة «فكرة اللغة» وتفسير آخر يمكن أن يكون أن تطور اللغة لم يكن إحصارياً، ولكنه بدأ مد زمن أقدم م هو معتمد، ربما أكثر من مليون سنة، وتطور تدريجياً. تتصل هذه الفكرة بمسألة طبيعة الكلام؟ هل هو فطري أم مكتسب؟ وإذا ما عدنا إلى ديكارت ولوك، أمكنا أن نتساءل عما إن كان للإنسان تعلم لغة مجتمعته تمامها من خلال أحاسيسه كما يقترح لوك، أم أن الإدراك الأساسي في اللغة يعتمد على كفاءة الإنسان الفطرية من حيث هو مخلوق مفكر كما يقترح ديكارت. فعلى أساس شروط التطور، يجب على الإنسان أن يفكر على نحو كاف حتى يطور شيفرة كلامية في المكان الأول. ودرعم ذلك، على كل شخص أن يتعلم خصوصيات هذه الشيفرة من حديد. فلاصطفاء الطبيعي قد فصل أفضل من هو قادر على تعلم الكلام. ولذلك فإن العروق المعروفة بالإنسان المعاصر موهوبة في احملة بمقدرة تعلم اللغات خلال فترة الطفولة. وهكذا نجد أن معدرة تعلم اللغة والكلام فطرية، في حيث أن تعلم لغة خاصة، والكلام الحقيقى أشياء مكتسبة. ويمكن أن يوافق ديكارت ولوك على هذا التمييز، وكذا شومسكي وسكرا أما الخلاف فيقع حول مكان الأهمية

وهكذا نهي هذا الكتاب حول الكلام بمناقشة بدايات التكلم. يجب على العفل أن يتحرك من المعلوم إلى المجهول. ولا يمكن للمرء أن يأمل في إعادة بناء تطور لغتنا إلا

من خلال بعض المعرفة بالأنظمة اللغوية، وإصدار الكلام وإدراكه وعلى قدر ما ترداد معرفتنا بالطرق التي يرمز بها الإنسان الرسائل اللغوية ويصك رموزها نكون قادرين على استكمال نظرياتنا، التي نعترف بأنها مشوهة ومعرطة في تعميماتها، على نحو أفضل والأسئلة التي لا إجابة لها عديدة ومثيرة إلى أي مدى من الدقة يعكس تطور الكلام عند الطفل شوه التطوري؟ إلى أي درجة مولفة (مُعدّة) الأطفال لإدراك الفوارق السمعية الهامة في الكلام؟ كيف تتداخل عمليات إصدار الكلام مع عمليات إدراكه أثناء تعلم اللغة؟ كيف يسيطر الدماغ على التواري والأوامر الحركية المتشابهة أثناء إصدار الكلام؟ ما الضروري من آليات التغذية الراجعة ونحت أي ظروف؟ إن علم الكلام نظام بحث في أحد أهم آفاق المعرفة الإنسانية ويتحدانا جميعاً

المراجع خاصة بالفصل السابع

General

- Harnad, S. R., Steklis, H. D., and Lancaster, J. (Eds.), *Origins and Evolution of Language and Speech*. Ann. N. Y. Acad. Sci. 280, 1976.
- Negus, V. E., *The Comparative Anatomy and Physiology of the Larynx*. New York: Hafner, 1982. This book is a rewritten version of *The Mechanism of the Larynx* which Negus had published in 1920 in London by Heinemann Medical Books, Ltd.
- Pfleider, J. E., *The Emergence of Man*, 2nd Ed., New York: Harper & Row, 1972.
- Stam, J. H., *Inquiries into the Origin of Language: The Fate of a Question*. New York: Harper & Row, 1975.

A Sampling of Thoughts on Speech Origin and Evolution

- Geschwind, N., *The Neural Basis of Language: Research in Verbal Behavior and Some Neurophysiological Implications*. K. Salzinger and S. Salzinger (Eds.) New York: Academic Press, 1967, pp. 423-427.
- Hewes, G. W., *Primate Communications and the Gestural Origin of Language*. *Curr. Anthropol.* 14, 1973, 5-12.
- Hockett, C. F., *The Origin of Speech*. *Sci. Am.* 203, 1960, 88-96.
- Hockett, C. F. and Ascher, R., *The Human Revolution*. *Curr. Anthropol.* 5, 1964, 135-158.
- Lamendella, J. T., *Relations between the Ontogeny and Phylogeny of Language: A Neo-recapitulationist View*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 280, 1976, 396-412.
- Marler, P., *A Comparative Approach to Vocal Development: Song Learning in the White-crowned Sparrow*. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 71, 1970, 1-25.
- Marler, P., *On the Origin of Speech from Animal Sounds*. In *The Role of Speech in Language* J. F. Kavanagh and J. E. Cutting (Eds.) Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1975, pp. 11-37.
- Myers, R. E., *Comparative Neurology of Vocalization and Speech: Proof of a Dichotomy*. *Ann. N. Y.*

Lieberman, P. *On the Origins of Language: An Introduction to The Evolution of Human Speech*. Series in Physical Anthropology. New York: Macmillan, 1975.

Lieberman, P., Crelin, E. S., and Klatt, D. H., *Phonetic Ability and Related Anatomy of the Newborn and Adult Human, Neanderthal Man, and the Chimpanzee*. *Am. Anthropol.* 74, 1972, 287-307.

Matingly, I. C., *Speech Cues and Sign Stimuli*. *Am. Sci.* 60, 1972, 327-337.

Fossil Hominids

- Day, M. H., Leakey, R. E. F., Walker, A. C., and Wood, B. A.*, *New Hominids from East Rudolf, Kenya*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 42, 1975, 461-478.
- Holloway, R. L.*, *The Casts of Fossil Hominid Brains*. *Sci. Am.* 231, 1974, 106-115.
- Johanson, D. C.*, *Ethiopia Yields First Family of Early Man*. *Natl. Geogr. Mag.* 150, 1976, 791-811.
- Leakey, R. E. F.*, *Evidence for an Advanced Pliocene Hominid from East Rudolf, Kenya*. *Nature* 242, 1973, 447-450.

Living Primates and Birds

- Gardner, R. A., and Gardner, B. T.*, *Teaching Sign Language to a Chimpanzee*. *Science* 165, 1969, 664-672.
- Gardner, R. A., and Gardner, B. T.*, *Comparative Psychology and Language Acquisition*. In *Psychology: The State of the Art*. K. Salzinger and F. L. Denmark (Eds.) Ann. N. Y. Acad. Sci. 309, 1976, 37-76.
- Acad. Sci.* 280, 1976, 7845-7857.
- Premack, D.*, *Language in Chimpanzee?* *Science* 172, 1971, 806-822.
- Rumbaugh, D. M., Gill, T. V., and Von Glasersfeld, E. C.*, *Reading and Sentence Completion by a Chimpanzee (Pan)*. *Science* 182, 1973, 731-733.
- Van Lawick-Goodall, J.*, *In the Shadow of Man*. Boston: Houghton Mifflin, 1971.

APPENDIX 1

The Phonetic Alphabet for American English

Based upon the International Phonetic Alphabet

The Sounds of American English*

Vowel sounds	Key words	Consonant sounds	Key words
i	each, tree, keep	θ	then, clothe
ɪ	it, bin	t	ten, it
e	ate, made, they	d	den, had
ʌ	and, then, there	n	no, one
æ	act, man	l	live, frill
ɑ	ask, half, past	r	red, arrow
ɑ	arms, father	s	see, yes
o	hot, odd	z	zoo, as
ɔ	dog, cross	ʃ	show, ash
ɔ	awful, torn	ʒ	measure, azure
o	obey, note, go	j	you, yes
u	good, foot	ç	huge, human
u	ooze, too	k	key, ache
ʊ	alone, among	g	go, big
ʊ	circus, system	ŋ	sing, long
ʊ	father, singer	h	he, how
ʊ	up, come		
ʊ	um, third		
Consonant sounds	Key words	Consonant combinations (affricates)	Key words
p	pe, ap	tʃ	chew, each
b	be, web	dʒ	gem, hedge
m	me, am		
w	we, woe	Vowel combinations (diphthongs)	Key words
n	why, when	aɪ	aid, may
t	tree, it	aɪə	aisle, sigh
v	vine, have	ɔɪ	oil, joy
θ	thin, faith	aʊ	owl, cow
		oʊ	own, go

ملحق رقم 2-

الأعصاب القحفية الهامة في الكلام والسمع .

المطقة	الاسم
الأنف	1. الأعصاب الشمية (Olfactory)
العين	2. العصب البصري (الثاني) (Optic)
العين	3. العصب المحرك للمقلة (الثالث) (Oculomotor)
العين	4. العصب الكروي (الرابع) (Trochlear)
الوجه	5. العصب المثلث التوائم (Trigeminal)* يرود الحركة للعصلة الحكيمة المؤثرة وثني احساس اللسان
العين	6. العصب المبعد (السادس) (Abducent)
الوجه	7. العصب الوجهي (السابع) (Facial)* (للعصلات الشفوية)
الأذن	8. العصب السمعي (الثامن) (Auditory)* يقبل الإحساس من القوقعة الأذنية مع بعض الألياف الحركية
البلعوم	9. العصب اللساني البلعومي (Glossopharyngeal)* الحركة إلى البلعوم، حسي من مؤخرة اللسان
الحنجرة	10. (Vagus)* العصب المبهم (الحركة إلى العصلات البلعومية)
الحنك الرحو	11. العصب اللاحق (Accessory)* (الحركة إلى العضلة الحكيمة الرافعة)
اللسان	12. العصب تحت اللسان (Hypoglossal)* الحركة للعصلات اللسانية

* سم تذكر سوى لوظائف المتعلقة بالكلام والسمع

ملحق رقم 3-

الأعصاب الشوكية الهامة في الكلام

* $c_8 \cdot c_1$ العنقي (Cervical) الرقبة c_3 c_5 العصب الحجابي إلى الحجاب الحاجز
* $T_1 - T_{12}$ الصدري (Thoracic) الصدر T_1 T_{11} إلى العصابات بين صليبه
 $T_2 - T_{12}$ إلى العصابات البطنية

* سم تذكر سوى الوظائف المتصلة بالكلام فالحدود لظهيره (سبتو من مؤخره اسجاع شوكي) هي حسيه، والحدود البطنية (المستشفه من مقدمه اسجاع شوكي) هي حركه

Glossary

مسرد بمعاني المصطلحات

- ABX Test** اختبار ABX إجراء في اختبار التمييز يطلب من المستمع أن يشير إلى إمكانية **ABX Test** أصوات لمؤثر، الثالث المقدمة تشبه أكثر أصوات المؤثر الثاني أم، المؤثر الأول
- Abduct** يبعد عن المخور الأساسي
يبعد عن محور الجسم السهمي أو أحد أقسامه
- Abcissa** الإحداثيات السيني (الأفقي)
أحد الإحداثيين في نظام إحداثي ثنائي البعد، ويكون عادة الإحداثي الأفقي
يرمز له بالحرف X (إحداثي X لنقطة ما، يقاس بعده عن الإحداثي Y على نحو متوازٍ للإحداثي X⁰ (الإحداثي الأفقي))
- Absolute Threshold of Audibility** عتبة (حد) السمع المطلقة
مقدار من الصوت يلتقطه المستمع بـ 50% من الوقت
- Acceleration** تسارع
معدل تغير السرعة بالنسبة إلى الزمن
- Acoustic Reflex** منعكس سمعي
منعكس ثنائي في الأذن الوسطى يستجيب للأصوات العالية بتغير معاوقة الأذن الوسطى.
- Acoustic Resonator** مرنان سمعي
أي شيء يحتوي على الهواء؛ أبنية مليئة بالهواء مصممة لأن تزن عند ترددات معينة.
- Acoustics** دراسة الصوت (السمعيات)
- Adaptation** التكيف
اختلافات في الحركات الكلامية تعتمد على البيئة الصوتية المجاورة.
- Adaptation studies** دراسات التكيف
اختبارات تحديد الكلام وتمييزه بعد أن يتعرض المستمع إلى مؤثر ما على نحو متكرر.

Adduct

ينجذب أو يقترب من المحور الرئيس
يقترب من محور الجسم السهمي أو أحد أقسامه

Afferent

مورد، ناقل نحو محور عصبي
ينقل أو يوصل نحو المركز ففي النظام العصبي، تنقل العصبونات من الأجزاء
الثانوية إلى المركز العصبي الرئيسي.

Affricate

صوت الوقف - الإحتكاكي
صوت يجمع بين إغلاق صوت وقف بتحرير صوت احتكاكي.

All- or- None principle

مبدأ الكل أو لا شيء
عندما يثار عصب بممرده، أو ليف عصبي عند أو فوق عتبة الإثارة أو فوقها،
فإنه سيطلق بقدرته الكاملة أو مداه المطلق بعض الطر عن شدة المؤثر والمسه أو
كثافته

بديل صوتي، ألون

Allophone هو $[P^h]$ أحد أعضاء عائلة صوتية تعمل بوصفها فونياً واحداً

من الموييم /

Alpha (α) Motoneurons

عصبونات α الحركية
ألياف عصبية صادرة كبيرة (يبلغ قطرها من 9-16 μ) تعصب انعضلات
الهيكلية*

Alveolar Process

التوء (الزائدة) اللثوية
حد العظم العكبي السفلي أو الحد العلوي لللك السفلي الذي يحتوي على
حيوب تمسك بالأسنان.

Amplitude

السمة
القيمة المطلقة للإزاحة العظمى من قيمة الصفر خلال دورة واحدة من
الذبذبة.

Amplitude Spectrun

الطيف السعوي
تمثيل صوري لحدث اهتزازي يمثل فيه المحور العمودي سعة الإشارة بينما يمثل
المحور الأفقي ترددات المكوّن

Analog - to - Digital Converter

محول نظيري - رقمي

أداة إلكترونية تحول إشارات مستمرة بقيم مستقلة - مفصلة	
نظرية التحليل من خلال التركيب	Analysis - By - Synthesis Theory
نظرية قدمها ك ن سترينفير تقول بأن عملية تحليل الكلام أو الإدراك يحتوي على إعادة بناء أولية أو تركيب للإشارة السمعية	
القوس الحنكي - اللساني	Anterior Faucial Pillars
ريادات هاسطة من الحنك الرحو على هيئة قوس تحتوي على العضلات الحسكية - اللسانية	
رنين مضاد	Anti - Resonance
تأثير تصفية في المجرى الصوتي يتميز بفقدان القدرة السمعية في منطقة تردد معين	
لا دوري	Aperiodic
يتعلق بدبدبات الدورات الشادة	
الحبسة	Aphasia
فقدان جزئي أو كامل لقدرة استخدام اللغة أو فهمها ينتج عن أدى يلحق بالدماع	
نطق	Articulation
حركات المجرى الصوتي في إصدار الأصوات الكلامية	
طرجهاري	Arytenoid
غصاريف مثلثة الشكل تتصل بها الحبال الصوتية	
هائي، مهموس، مهموس نفسي	Aspirate
صوت مع احتكاك يصدر في الممرار مثل /h/	
تشابه	Assimilation
تغير في سمات صوت كلامي نحو سمات أصوات مجاورة	
الكتنع (طب)	Athetosis
حالة تتسم بحركات لا إرادية وبطيئة دودية الشكل وناكسة لمختلف أجزاء الجسم، تتعلق بإصابات في البعقل القاعدية	
السمع	Audition

Auditory Agnosia

العمه السمعى

عجز الأجهزة السمعية المركزية على إدراك الصوت وتمييزه

Auditory Nerve

العصب السمعى

العصب القحفي الثامن. عصب حسي بهرعيين الدهليري الذي ينقل معلومات حول موقع الجسم، وهرع آخر قوقعة الأذن الذي ينقل معلومات سمعية. يسمى أيضاً بعصب قوقعة الأذن والدهليري؛ أو العصب السمعى

Auricle

الصوان

الغضروف المرئي من الأذن الخارجية.

Autism

فصام

تأخر يتسم بصعوبة تشكيل علاقات شخصية اجتماعية وتطوير لغة

Autism Theory

النظرية الفصامية

نظرية مورير التي تقول بأن الأطفال يكافئون داخلياً عندما ينفذون نطق صمى أو يلفظون كلمات جديدة

Axon

محور عصبي

قسم من عصبون يحمل النبضات العصبية بعيداً عن جسم الخلية

B

Babble

البأبة

تنوع صوتي بدون اية دلالة لغوية يصدره الرضيع.

Basal Ganglia

العقلة القاعدية

الجسم المحطط، أو الجسم المحطط والمهاد معاً كمراكز تحت قشرية هامة (مجموعة من عدة كتل رمادية في المادة البيضاء في كل من نصفي الدماغ)

Basilar Membrane

الغشاء القاعدي

عشاء رقيق يشكل قاعدة عصب كورثي الذي يهتز إستجابة لترددات الصوت المختلفة وتثير الخلايا الحسية الشعرية المفردة في عصب كورثي

Bernoulli Effect

تأثير بيرنولي

هبوط ضغطي يسببه تزايد السرعة عبر ممر ضيق.

Body Plethysmograph

مقياس التجمع / الكظافة

جهاز على هيئة صندوق محتوم يستخدم في قياس الإهتزازات الهوائية التي تصدرها الحركات التنفسية.

Brain stem

جذع الدماغ

الدماغ الأوسط والحسر (برور محذب من المادة البيضاء يقع أسفل الدماغ، ويتكون من ألياف تتلقى النبضات من القشرة الدماغية، وتصدر أليافاً إلى الطرف المقابل من المخيخ) والخاع المستطيل

Buccal Cavity

التجويف الوجني

التجويف الوحى الواقع بين الأسنان والخدين.



CNS = Central Nervous System.

الجهاز العصبي المركزي

CVA = Cerebral Vascular Accident

حادث وعائي مخي.

Carotid Artery

شريان الرقبة الرئيسي الذي يزودالدماغ بالدم

Categorical Perception

إدراك صوتي تصنيفي

تدرك الأصوات على أنها تعود لمجموعات بنقلات إرادية مفاجئة بينها وتميز تعبيرات سمعية متساوية في مؤثرات شبيهة بالأصوات الكلامية بسهولة عندما يطلب من المستمع إتباعها بمجموعات مختلفة، إلا أنها صعبة التميز عندما يطلب تحديدها في مجموعة واحدة.

Catheter

قسطر - ميل - محجاج

أنبوب رفيع يولح في ممر جسمي أو تجويف

Central Nervous System

الجهاز العصبي المركزي

ذلك القسم من الجهاز العصبي الذي يتألف من الدماغ والحبل الشوكي.

Central Tendency

إنجاء - نزعة - ميل أساسي

قيمة تختار كمودح لمجموعة من القياسات

Cerebellum

المخيخ

قسم رئيسي من الدماغ (يقع خلف الدماغ وفوق المادة البيضاء المحلب الجس) متخصص بتنسيق وتنظيم الحركة.

Cerebral Hemispheres

نصف المخ

نصف المخ، ويشكلان القسم الأساسي من الدماغ.

Cerebral Palsy

شلل مخي

إسم يطلق على مجموعة من الإضطرابات تنسم بشلل، أو عدم التنسيق بسبب ضرر أو آفة داخل الحمجمة ساعة الولادة أو قريب منها

Cerebral Vascular Accident

حادث وعائي مخي

تخثر أو انفجار أوعية الدماغ الدموية تسبب في دمار أو تعطيل الجهاز العصبي.

Carumen

الصملاخ (شمع الأذن)

Cervical Nerve

العصب العنقي

أحد ثمانية أزواج من الأعصاب الشوكية التي تهض من أجراء الحبل الشوكي في منطقة الرقبة

CHla

أهداب

زوائد شعرية الشكل قصيرة نسبياً، مركزية القاعدة، توجد على بعض الخلايا والمصبونات القابلة للتحرك

Cinefluography

تصوير سينمائي قلوري

تصوير سينمائي يصور بأشعة X

Claviotes

عظمي الترقوة

Cleft palate

الحنك المشقوق

شق خلقي في سقف الحنك.

closed loop system

نظام الحلقة (الدائرة) المغلقة

نظام يعمل تحت ضبط التغذية الإرجاعية

Co - Articulation

نطق مصاحب

تشابك مؤقت للحركات الطقية في أصوات كلامية مختلفة.

Cochlea قوقعة الأذن

جوف الأذن الداخلية الحلزوني الذي يحتوي على أعضاء حاسة السمع

Cochlear Duct مجرى / قناة القوقعة الأذنية

تحت القوقعة الأذنية العشائتي الذي يحتوي على عصب كورثي تسمى أيضاً تقسيم القوقعة الأذنية والسلم المتوسط

Cognate قريب

زوج من الأصوات متشابهة تماماً في مكان وطريقة الطق، ولا يختلفان إلا بوجود الحهر أو علمه.

Collective Monologue مونولوج جماعي

عدة أفراد يتكلمون موبولوجات وكأنهم بمفردهم، ولكلهم يتحدون أدواراً وكأنهم في مقلقة.

Communication مخاطبة - إتصال

إعطاء، أو إعطاء واستقبال المعلومات

Compression إنضغاط

إصمحلل في الجسم وزيادة في ضغط الوسط

Conditioned Response إستجابة مشروطة / مقيدة

تتوضح الإستجابة المشروطة في التقيد الكلاسيكي بمؤثر محايد مسبق، وهي اللعب الذي يسه رين الحرس في تجربة بافلوف

Conditioned Stimulus مؤثر - منبه مقيد

المؤثر (المسه) المقيد في التقيد الكلاسيكي، فهو منبه محايد مسبقاً يثير إستجابة، وهو الحرس الذي يسه سيلان اللعب في تجربة بافلوف.

Contact Ulcers قرح

نقاط تآكل أو انقطاع في أقسام الحال الصوتية العسروية بسببها إنداد قوي

Continuant نحو المحور

صوت ممتد

صوت كلامي يمكن إبقاءه، ويحتفظ بسماته السمعية

Control	ضبط - تحكم - محكم
	مجموعة في تجربة تمثل المعيار بالمقارنة بالمجموعات الأخرى في التجربة وعالماً ما تعتبر مجموعة الضغط محادية نسبةً إلى المجموعات التحريية
Conus Elasticus	المحروط المرن
	غشاء يواصل الممرات الهوائية الصاعدة من الفصروف الحلقائي إلى الرباط الصوتي الذي يحيط بالمرمار
Cortex	اللحاء - قشرة الدماغ
	القسم الخارجي أو السطحي من عصب، مثل الطبقة الخارجية من المادة السجائية في المخ .
Costal Pleura	عشاء الحنث الضلعي
	العشاء الذي يطن حدران التجويف الصدري
Cranial Nerves	الأعصاب القحفية (الجمجمية)
	إثنا عشر زوجاً من الأعصاب تنشق من قاعدة الدماغ
Creaky Voice	صوت صريري
Cricoid	الفصروف الحلقائي
	عصروف الحنخرة الذي يشبه خاتم السداد المحكم
Cricothyroid Muscle	العضلة الحلقائية - الدرقية
	عضلة جوهريّة في الحنخرة تشد أو توتر الحبال الصوتية
Critical Period	الفترة الحساسة (في تعلم اللغة والكلام)
	فترة من الحياة يتطور خلالها إصدار الكلام وإدراكه في اللغة الأولى بشكل عادي . يعتقد أنه بعد هذه الفترة يصبح تطور اللغة متعديراً أو صعباً للغاية
Cybernetics	المؤازرة
	دراسة أنظمة دائية التنظيم .

D

Damping	تضاؤل (تخافت)
	تضاؤل (تخافت) سعة الإهترارات أو الحركة بمرور الزمن

Decible	الديسيل
وحدة قياس الشدة، سعة بين الصوت المقاس وصوت مرجعي (قياس)	
Delayed Auditory Feed back	التغذية الراجعة السمعية المؤجلة
تأخير في سماع المرء لكلامه يصدر صغياً	
Dendrite	غصين
البرور التصريعي الذي ينقل النص العصبي إلى جسم الخلية	
Dependent Variable	متحول / متغير تابع
متحول في تجربة يلاحظ ويتغير نتيجة تأثير المتحول المستقل	
Developmental Aphasia	حبسة تطورية
إكتساب غير طبيعي للكلام واللغة عند الأطفال منه إعاقة أو تلف في الجهاز العصبي المركزي	
Diaphragm	الحجاب الحاجز
حجاب قبي الشكل مؤلف من عضلة وسطح صام، يفصل بين تجويف البطن والصدر عند الثدييات، ويستخدم كعضلة تنفسية	
Dyne	الداين
وحدة قياس القوة، القوة المطلوبة لتسارع عراماً واحداً من الكتلة مسافة سنتمتر، واحداً في ثانية واحدة	
Dysarthria	لكنة
إضطراب ينطوي منه تلف بعض أجزاء الجهاز العصبي التي تضبط العضلات العظمية .	
Dyslexia	عسر القراءة
صعوبة تعلم القراءة.	
E	
Echolalia	ترديد الألفاظ
ترديد أوتوماتيكي لما قاله شخص آخر.	
Efferent	صادر

ينقل من منطقة مركزية إلى منطقة ثانوية، ويشير إلى الأعصاب التي تنقل
النبضات العصبية من الجدار العصبي المركزي إلى الأجزاء الثانوية
Egocentric Speech مناجاة النفس

كلام المرء لنفسه بصوت مسموع
Elaborated Code شيفرة - رمز مطور - تحكم
مصطلح للدلالة على كلام أولئك الذين لا يفترضون أن المستمع يعرف السياق
Elasticity المرونة - المطاطية

رعة العودة إلى الوضع الأساسي بعد تشوه تحت ضغط
Elastic Recoil ارتداد مرن
عودة ومطاً إلى حالة الراحة بسبب صفاته (الشيء) أو صفاته النائية

تخطيط نشاط العضل الكهربائي
Electromyography تسجيل الكمون الكهربائي العصبي بواسطة غرس الكترودات في الألياف
العصبية نفسها أو استخدام سطح اليد

تجريبي
Empiricist من يؤسس أو يقيم إستنتاجاته على التجربة أو الملاحظة وليس على التفكير وحده
(دون التفكير وحده)

مُرْمَز (مُشَفَّر)
Encoded تحول بشكل لا تغير فيه العناصر الأساسية (الأصلية) كوحداث منفصلة
(مستقلة)

اللمفا الداخلية
Endolymph المسائل اللمفي الذي يوجد في التيه العشائي للأذن الداخلية.

لسان المزمار
Epiglottis إمتداد من عضروف مرن مغطى بغشاء مخاطي يعلق فتحة القصبة الهوائية مانعاً
الطعام والشراب من الدخول.

المريء
Esophagus أنبوب عضلي أجوف يمتد من البلعوم إلى المعدة

Eustachian Tube

القناة السمعية

قناة صيغته تصل الأذن الوسطى . بالعلوم الأنفي ، وتسمح هذه القناة إلى تساوي الضغط على جانبي عشاء الطلة المتقابلين

Experimental (Condition)

شروط تجريبية

مجموعة من الشروط بحري الملاحظة تحتها.

External Auditory Meatus

الصماخ السمي الخارجي

قناة تمتد من عشاء الطلة إلى الصيوان ، وذلك جزء من الأذن الخارجية .

External Feedback

تغذية إرجاعية خارجية

نظام معلومات حول نتائج تنفيذه نفسه ، تغذية الكلام الإرجاعية السمعية والموسوعية

External Intercoastal Muscles

المضلات البين - ضلعية الخارجية

عضلات تصل الأصلاع بعضها وترفعها أثناء الشهيق .

External Obliques

المضلات المنحرفة الخارجية

عضلات بطية تهب نحو الأمام في الحدران الخاسية

F

Feature Pedector

لاقط السم

مكبية عصبية مخصصة للاستجابة إلى سمات سمعية أو صوتية هي شدة أو زمن

Features

سمات ، صفات

سمات أصوات كلامية تمير الواحد عن الآخر

Feedback

تغذية إرجاعية

معلومات حول التنفيذ تعود إلى نظام الضغط تنقل التغذية الإرجاعية السلبية معلومات عن الأخطاء ، بينما تنقل التغذية الإرجاعية الإيجابية معلومات بأن التنفيذ سير وفقاً للمخطط

Fiberscope

كاشف ليفي ، منظار ليفي

حزمة من ألياف رجاعية تستخدم في فحص مصري مباشر داخل التجويف الحسية

Fissure of Rolando فطر، شق رولاندو

تحدب يفصل العصوص الأمامية عن الخلفية في نصفي المخ

Fluro scope كاشف فلوري

جهاز يستخدم لرؤية مباشرة لأسية جسم داخلية أو عميقة بواسطة الأشعة السينية.

Formed vibration ذبذبة مقصورة

ذبذبة بقوة خارجية

Formant تشكيل موجي مميز

رنين في المجرى الصوتي. تعرض التشكيلات الموحية المميزة في أطياك على هيئة أنطقة قلرة عريضة

Free vibration ذبذبة حرة

ذبذبة تتع تحريك بدون أي تأثير خارجي لاحق

Frequency تردد

عدد الدورات في الثانية

Fricative صوت احتكاكي

صوت ذو تردد عالي يتج عن قسر اهواء الدخول في فتحة ضيقة

Front lobe الفص الأمامي

ذلك القسم من أي قسمي المخ يقع فوق فطر سيلفيا وأمام فطر رولاندو

Fundemntal Frequency التردد الأساسي

تردد أدن مركب في نغمة مركبة.

G

Gamma (&) Moto neurons عصبونات عامما الحركية

عصبونات صغيرة تنقل النبضات العصبية إلى الألياف صمن معزليه في محور أو ساق العصلة.

Genio Glossus Muscle عضلة دقنية لسانية

عضلة لسانية جوهريّة تقوم برفع اللسان ودفعه نحو الأمام

Glide	صوت منزلق
	صوت يحتاج إصداره إلى تحرك اللسان بسرعة من هيئة أو شكل مفتوح نسبياً إلى شكل آخر في المجرى الصوتي أمثلة في اللغة الإنجليزية /w/ و /v/
Glottal Attack	هجوم مزماري
	أسلوب في ابتداء الجهر، تكون فيه الحبال الصوتية مسجدة نحو محورها بشدة عند بداية الجهر.
Glottis	المزمار
Glottograph	جهاز يستخدم لقياس الكمية السببية من الضوء التي تبث عبر الممرار
Graphic level Recorder	مسجل التمثيل (الخطي)
	جهاز يستخدم في تحديد الشدة كدالة على محور الرمز
Gray Matter	المادة السنجابية
	مناطق عديدة السجابية في الجهاز العصبي، تتألف، على الأغلب، من أجسام خلايا، تتباين في لونها مع لون الألياف العصبية المائلة إلى البياض.
Hard palate	H الحنك الصلب (القاسي)
	القسم الصلب بين الفم والأنف. سقف الفم
Harmonic	توافقي
	ذبذبة ترددها هو مضاعف صحيح للتردد الأساسي.
Hominids	فصيلة الإنسانيات
	أفراد عائلة الإنسان الحديث والإنسان المستحثة لا تضم القردة.
Hyoglossus Muscle	العضلة اللسانية - اللامية
	عضلة لسانية جوهرية لتخفض اللسان
Hyoid Bone	العظم الكلامي
	عظم على هيئة نعل حرس يقع عند قاعدة اللسان وفوق الغضروف الدرقي
Hypersality	أنفية - مفرطة
	صمة صوتية تتسم برئيس أنفي مفرط.

أنفية - ناقصة
Hypo nasality
صفة صوتية تتسم برين أنفي غير كاف (دون المستوى)

إختبار التحديد
Identifi cation test
إختبار إجراكي تقدم المؤثرات فيه كل على حده (منفصلا) كي يسمى (يطلق عليه اسم)

معاوقة
Impedance
مقاومة للحركة نتيجة كثافة الوسط وسرعة الصوت فيه؛ المجموع المركب للمفاعلات والمقاومات

في الطور - متطاور
In Phase
دوات أشكال موجية لها ذات التردد، وتترقيم متقابلة في اللحظة نفسها.
(إشارتين بموجتين صغطيتين تمتلكان نفس الدروة ونفس القعر في نفس اللحظة)
المقاطع
Incisors

الأسنان الأمامية في الفك السفلي والعلوي، يبلغ مجموعها ثمانية في الأسنان الكاملة.

عظم السندان
Incus
العظم الوسط في العظيحات الأذنية.

متحول مستقل (مطلق)
Independent Variable
المتحول المتغير في التحركة

المطالة
Inertia
صفة شيء، نتيجة لكتلته يحتفظ من خلال لهامحالة مستقرة أو سرعة على طول محور مستقيم طالما لم تؤثر فيه قوة خارجية

عضلة سفلى قابضة
Inferior constrictor Muscle
إحدى العضلات البلعومية الثلاث القابضة، تعمل أليافها كصمام يفصل البلعوم الحنجري عن المريء.

العضلات الطولانية الداخلية (السفلى)
Inferior-longitudinal Muscles
عضلات لسانية تعمل على ضغط قمة اللسان.

Intensity	الشدة
	مقدار صوتي معبراً عنه في القدرة أو الضغط
Intensity level	مستوى الشدة
	قوة الإشارة، ديسلات مشتقة من نسبة القوة القوة المرجعية العادية تساوي إلى 10-16 واط في السنتيمتر المربع الواحد
Interarytenoid	بين الغضاريف الطرجهارية
	تشكل عضلات الغصروف المحرف، والغصروف المستعرض مجتمعة عضلات بين الغضاريف الطرجهارية. تعمل أثناء الحذب نحو المحور.
Inter chondral	بين الغضاريف
	تستخدم للدلالة على أجزاء العضلات الوريبة/ المحرفة بين أجزاء الأضلاع الغضروفية
Inter costal Muscles	العضلات الوريبة/ المائلة
	تقع بين الأضلاع، وتعمل أثناء التنفس
Interference pattern	نمط متداخل
	عرض موجة مركبة.
Internal Auditory Meatus	القناة الأذنية الداخلية (الصماخ السمي الداخلي)
	قناة من قاعدة العقدة الأذنية التي تفتح باتجاه التجويف القحفي، وعمر للعصب الثامن، والشرابين والأوردة البصرية والعصب الوجهي السابع.
Internal Feedback	تغذية إرجاعية داخلية
	نظام معلومات حول تفصيله المرمج ضمن مركز الضغط والحلقات الواقعة بين بطينات المخ، والمراكز العصبية العقدية القاعدية والمخيخ أثناء الكلام
Internal Intercostal Muscles	العضلات الوريبة الداخلية
	عضلات تصل الأضلاع ببعضها، تعمل معظمها على خفض الأضلاع أثناء الزفير
Internal obliques	العضلات المائلة (المنحرفة) الداخلية
	عضلات يبطية تنحدر نحو الأسفل والخلف على طول الجدران الجانوية
Internal pterygoid Muscle	العضلة الجناحية الداخلية

Intonation

التنغيم

تعيرات مفهوم/ محسوسة / في التردد الأساسي سمط التعير والإشتقاق في الكلام

المتصل

Intraoral pressure

المصعظ الهوائي الفمي

مصعظ هوائي في التعوييف الفمي

Inverse Square law

قانون الترييع العكسي

(أي قانون تعير فيه كمية فيريائية تعير المسافة الفاصلة عن المبع نسبة مقلوب

مربع تلك المسافة) تعير الشدة الصوتية مباشرة بمربع المسافة عن المصدر

J

Juncture

الوصل

الوصل بين الكلمات. تغير نقاط الوصل يشير إلى اختلاف في المعنى تختلف

(a name) عن (an aim) في نقطة الوصل.

K

Kinesthesia

جهاز حيّ حركي

إدراك المرء لحركاته نفسه معتمداً على معلومات من المستعبلات الداتيه.

L

Lag Effect

تأثير التأخير (التخلف)

تحديد أكثر دقة للمؤثر الأخير مقدماً في اختيارات سمعية ثائية

Laminographic Technique

تصوير إشعاعي مقطعي

طريقة تصوير شعاعي تعكس فيها عدة مصادر للأشعة السينية على صفيحة تلمر

في تحديد أفضل للسج الناعمة

Language

اللغة

الكلمات وقواعد جمعها عند مجموعة ما من الناس

Laryngeal Ventricle

البطين البلعومي - الحنجري

الفراغ بين الحبال الصوتية الحقيقية والزائفة، يسمى أيضاً سطين مورثاعوي.

Laryngoscope

المنظار البلعومي - الحنجري

مرآة ومصدر صوتي لرؤية الحنجرة من الأعلى

Lateral

جانبي

صوت يخرج فيه النفس (الملفوظ) حول أطراف اللسان /l/.

Lateral crico arytenoid Muscles

العضلات الحلقانية - الطرجهارية الداخلية

عضلات تعمل على ضغط قسم المرمار الأوسط من خلال تلويز العصاريف

الطرجهارية

Lateral inhibition

كبت (منع) جانبي

عمل مؤثر في العشاء القاعدي بسبب مع الإستجابة في الخلايا العصبية المحيطة

بنقطة الإثارة القصوى

Latissimus Dorsi Muscles

العضلات الظهرية المريضة

عضلات عريضة كبيرة تتوضع على ظهر الجسم على كل طرف من العمود

العقري، تعمل أثناء التنفس القسري.

Lax (vowels)

رخو (صوائت)

صفة صوتية خاصة بالصوائت الصادرة بلسان مرتفع نسبياً بالمقارنة مع الصوائت

المشدودة، وبفترات (مدى) أقصر

Levator palatini Muscle

العضلة الحنكية الرافعة

عضلة تشير إلى الحنك الرحو وتشكل معظمة، يرفع انقاعها ويرجع الحنك

الرحو نحو الحدار البلعومي.

Levatores costarum Muscles

العضلات الضلعية الرافعة

إثنا عشر زوجاً من العضلات الصغيرة المثلثية الشكل تساعد في التنفس من

خلال قبض ورفع الأصابع.

Linear scale

مقياس خطي

مقياس تساوي فيه كل وحدة التي تليها يسمح بجمع الوحدات من خلال

الإضافة

Linguistic competence

الكفاءة اللغوية

ما يعرف المرء عن نفسه لاشعورياً، مقدرة فهم وإصدار اللغة

Linguistic performance	الإداء اللغوي
	كيف تستخدم المعرفة اللغوية في سلوك تعبري كالكلام أو الكتابة.
Liquid	متوسط سائل
	في الإنجليزية /l/ و /r/، إثنان من أصناف الصوائت سمع /حهر/ عالٍ نسبياً.
Logarithmic scale	مقياس لوغاريتمي
	مقياس يعتمد على مضاعفات رقم ما (الأساس)
Lombardo Effect	أثر لومباردو
	زيادة الشدة الصوتية عند متكلم لا يسمع نفسه.
Longitudinal wave	موجة طولية
	موجة تكون فيها حركة الجزيئات في نفس حركة الموجة.
Loudness	الجهارة
	الإحساس الشخصي للشدة الصوتية.

M

Maleus	المطرقة
	أكبر عظيمات الأذن الوسطى الثلاثة وأكثرها حروماً (بروراً).
Mandible	عظم الفك السفلي
Manner	طريقة، أسلوب (نطق)
	تصنيف الصوامت بناءً على الإستراتيجية عوضاً عن مكان النطق، فعل سبيل المثال، يختلف الإحتكاكي /s/ عن صوت الوقف /v/ في طريقة النطق.
Manometer	مقياس الضغط
	جهاز يستخدم لقياس ضغط السوائل أو الغازات
Manubrium	قبضة المطرقة
	أكبر بروز في المطرقة يتصل به العشاء الطيلي.
Maxillary Bone	عظم الفك العلوي
	واحدًا من زوج من العظام تشكل الفك العلوي، وعالياً يعتران عظمًا واحدًا.

Maximum Expiratory pressure	الضغط الزفيري الأقصى
القوى السلبية والإيجابية المتوفرة مجتمعة أثناء الزفير في حجم رئوي معين	
Maximum Inspiratory Pressure	الصعط الشهقي الأقصى
القوى السلبية والإيجابية المتوفرة مجتمعة أثناء الشهيق في حجم رئوي معين	
Medial pterygoid Muscle	العضلة الجناحية الوسطى
عضلة على الحانب الداخلي من الفك، تعمل أثناء الكلام على إغلاق الفك	
Medulla oblongate	النخاع المستطيل
ذلك القسم الدماغى الذى يقع تحته الحبل الشوكى وفوقه الحسى (الدماغى)	
يتوصع بكشل ناظمى بالنسة للمخيش	
Mel	الملل
وحدة قياس الطقة الصوتية، وتساوى ألف مرة ضعف ارتفاع صوت نعم بسيط	
ذى تردد 1000 هرتز وجهارة تساوى 40 ديسبل فوق عتة السمع	
Mental Retardation	تخلف عقلى
حالة يؤخر أو يمع فيها تخلف عقلى التعلّم أو التكيف.	
Metathesis	التبادل المزدوج
تبادل الأصوات ، أو المقاطع أو الحروف في كلمة	
Middle constrictor Muscle	عضلة قابضة وسطى
العضلة الوسطى من ثلاثة عضلات بلعومية قابضة تعمل على تصيق البلعوم أثناء	
البلع	
Middle Ear	الأذن الوسطى
تجويف صغير يحتوى على العظيمات الثلاث المطرقة، والسندان والركابى وتعمل	
كمحوّل معاوقة يساوى بين الهواء وسائل القوقعة الأذنية	
Monologue	المتولّج
مباحة النفس	
Morpheme	المورفيم
أصغر وحدة لغوية معنوية تحتوي كلمة «books» على مورفيم «book» و «s»	
التي تعي أكثر من واحد.	

Morphological

مورفيمي

دراسة شكل الكلمات متأثرة بالصريف والإشتقاق

Motor

حركي

مركز عصلي أو عصبي يسب في حرك م

Motor Theory

النظرية الحركية

نظرية وضعها آ م ليرمان تقول بأن إدراك الكلام يرجع إلى إصدار الكلام

Motor unit

وحدة حركية

Muscle Spindles

العضلات المغرلية

ألياف عضلية متخصصة مزودة بتعصيب حسي يشير إلى طول العضلة وأيه

تعيرات تطراً عليه

Myelin

النخاع

مادة دهنية بيضاء تتمد العديد من الأعصاب القحفية والشوكية.

Myoelastic Aerodynamic Theory of Phonation

نظرية الصوت التحريكية المرنة

نظرية تقول بأن سب دددة الحبال الصوتية الأساسي يعود لقوى الضغط اهوائية

الفاعلة على كتلة الحبال الصوتية المرنة

N

Nasal Sounds

الأصوات الأنفية

تلك الأصوات لصادرة ويكون فيها الميناء الأنفي - اللعومي مفتوحاً

Natural Resonant Frauency

الترددالرتيني الطبيعي

دبث ارتدد الذي يتددت به نظام بسعة قصوى عدم تطبق ترددت

مختلفة

Negative Feedback

تغذية إرجاعية سلبية

Nerve

عصب

حرمة من ألياف عصبونات تنقل نبضات عصبية من جزء من الجسم إلى

جزء آخر

Neuron

عصبون

إحدى الخلايا التي يتألف منها لدمغ، والحبل الشوكي والأعصاب

- Oblique Arytenoid Muscle** العضلة الطرجهاريّة المائلة
عضلة تغلق المزمار من خلال تقريب الغضاريف الطرجهاريّة نحو بعضها،
وتشكل مع العضلات الطرجهاريّة المستعرضة ما بين الغضاريف الطرجهاريّة.
- Odd ball Test** اختبار الكرة الفردية
إجراء في اختبار التمييز يطلب من المستمع فيه أن يشير أو يحدد المؤثر الذي يختلف
عن المؤثرين الباقين في مجموعة من ثلاث مؤثرات.
- Ontogeny** نشوء الفرد
تاريخ التطور الكامل لعضو بمفرده.
- Open loop system** نظام الحلقة (المدوّرة) المفتوحة
نظام نمديّة أمامية دون الإستفادة من تغذية إرجاعية عن الإداء
- Operant conditioning** تعلم شرطي (مقيّد)
عملية يزداد بواسطتها تردد إستجابة معتمداً على متى، وكيف، وكم هي معززة
- Oral cavity** التجويف الفمي
الفراغ داخل الفم.
- Oral stereognosis** معرفة الأشياء عن طريق اللمس (داخل الفم)
تمييز أو إدراك أشكال أشياء من خلال تحسسها داخل الفم
- Orbicularis oris Muscle** العضلة المدارية الفمية
مصرة الفم التي تنقبض لإتزم أو تصيق أو تعلق الشفاه.
- Ordinate** إحداثي ثان (الصادي)
المسافة العمودية لنقطة (x,y) في المستوى عن المحور السيني
- Organ of Corti** عضو كورتني
عضو حاسة السمع الذي يقع فوق العشاء القاعدي، ويحتوي على الخلايا الحسيّة
الشعرية التي تثار بحركات من داخل قناة القوقعة الأذنية

Oscilloscope	كاشف إهتزازي بالأشعة المهبطية
	جهاز يعرض قوة/ قدرة إشارة كهربائية كوظيفة (دالة) رمنية. ويستخدم شعاع مهبطي لتحليل أشكال الموجات.
Ossous	عظمي
	عظمي أو يحتوي على العظام
Ossicles	عظيمات
	عظيمات صغيرة، حصيصاً عظيمات الأذن الوسطى الصغيرة، المطرقة، والسندان والركابي.
Ossicular chain	سلسلة العظيمات
	مجموع عظيمات الأذن الوسطى الثلاث، المطرقة، والسندان والركابي.
Oval window	النافذة البيضاوية
	عشاء بين الأذن الوسطى والداخلية يصل ويمرر الذبذبات من العظم الركابي إلى سائل القوقعة الأذنية يسمى أيضاً بالنافذة الدهليزية.



Palatoglossus Muscle	العصلة الخنكية - اللسانية
	عصلة لسانية خارجية ترفع مؤخرة اللسان، ويمكنها أن تخفض الخنك الرخو، وتسمى أيضاً العصلة اللسانية - الخنكية. تشكل العصلات الخنكية - اللسانية معظم داخل (حرف) العواميد الخنكية
Palatography	تصوير الخنك
	أسلوب يتبع في قياس نقاط التماس بين اللسان والحنك
Parallel processing	المعاملة المتوازية
	الطلق المشترك والتكيف بين الأصوات المتجاورة في إصدار الكلام، وفك الرموز الأبي أو المتزامن للأصوات الكلامية المتجاورة في إدراك الكلام
Parietal lobe	فص جداري
	فص في مركز المح الأعلى خلف شق (فطر) رولاندو وفوق شق (فطر) سيلفيس.

Pectoralis Minor Muscles

عضلة صدرية صغرى

عضلة بحجمة منسطة مثلثية الشكل تقع تحت عطاء العضلة الصدرية الكبرى.
يمكنها أن ترفع الأصلاع أثناء التوسع إذا ثبت لوح الكتف

Perilymph

لف الأذن

السائل الذي يملأ الفراغ بين التيه العشائي والتيه العظمي في الأذن

Period

فترة (مدى)

الرمز المستغرق خلال دورة واحدة من الددنة

Periodic

دوري

يجدد بفواصل زمنية متساوية

Peripheral Nervous system

الجهاز العصبي الثانوي

يتألف من العقد العصبية، والأعصاب خارج الدماغ والجبل الشوكي

Pharyngeal plexus

ضفيرة بلعومية

شبكة من الأعصاب يقوم من خلالها العصب البلعومي - اللساني بتزويد غشاء
البلعوم اللزج بالفروع الحسية، ويرود العصب الملحق العضلة الحركية الراجعة بالأنف
الحركية

Pharynx

البلعوم

التجويف البلعومي، مؤلف من البلعوم الأنفي، والبلعوم الفمي والبلعوم
الحجري.

Phon

الفون

وحدة الجهاز المتساوية

Phonation

نطق، لفظ

إصدار صوت في الحنجرة

Phone

صوت كلامي محدد

صوت كلامي محدد. فالألفون، أو نوع من الفونيم، فـ [t^h] المهموسة و [t]

عما من الفونيمات للفونيم /v/

Phoneme

الفونيم

عائلة صوتية تعمل في لغة لتشير إلى اختلاف في المعنى.

Phonetic	صوتي
	يمثل الأصوات الكلامية
Phonological	خاص بعلم الأصوات الكلامية (فونولوجي)
	دراسة نظام الأصوات المستخدمة في اللغة؛ دراسة تاريخ وتغيرات الأصوات في لغة ما
Photoelectric	كهر - ضوئي
	تغيرات كهربائية تصدر عن ضوء
Phenric Nerve	العصب الحجابي
	عصب حركي ينشأ من الأجزاء الرقبية (الثالث والرابع والخامس) للحل الشوكي، يزود الحجاب الحاجز بالأعصاب
Phylogen y	تطور السلالات
	التاريخ التطوري الكامل لعرق أو مجموعة من الأعضاء
Pitch	طبقة الصوت
	الإحساس الشحفي النفسي للتردد الصوتي. يصدر صوت تردد محقق إدراكاً أو إحساساً بطفة صوت محفصة
Place of Articulation	مكان النطق
	يعتمد تقيم الأصوات على مكان اللمس البطقي أو التصييق، فعلى سبيل المثال، يختلف الصوت الشعوي /p/ عن اللثوي /v/ مكان النطق
Place Theory	النظرية المكانية
	تثير الترددات المختلفة الألياف العصبية الحسية في أماكن مختلفة في الغشاء القاعدي. تنشط الترددات العالية المساطو القربية من قاعدة القوقعة الأدية، بينما تثير الترددات المحفصة المساطو القربية من الهاية العليا
Plosive	صوت وقف - انفجاري
	عودج صامتي يُصنع بحريز الهواء المضغوط وراء انسداد في المحرى الصوتي فجأة
Pneumotachograph	محطظ التنفس
	جهاز يستخدم لقياس التنفس
Poles	الأنطاب

مصطلح هندسي للدلالة على الرب

Pons

الجسر

حزمة كبيرة مستعرضة من الألياف العصبية في الدماغ الخلفي تشكل الخذع المحيطي وتلف الدماغ المستطيل

Positive Feedback

أنظر اذتعدية لإرجاعية (تغذية إرجاعية موجبة)

Posterior Crico arytenoid Muscles

العصلات الحلقائية الطرجهارية الخلفية

عصلات تفصل (تعزل) الحبال الصوتية عن تدوير وميل الغضاريف الطرجهارية مما يؤدي إلى فتح المزمار

Pressure

الضغط

القوة على وحدة المساحة

Pressure Transducer

محول الضغط

جهاز يحول الضغط السبي إلى إشارة كهربائية.

Prosody

السمات الإيقاعية (النظمية)

وصف النظم وأنماط النغمة في الكلام.

Pulmonary pleura

غشاء الجنب

عشاء يكسو أو يعطي الرئتين.

Pure tone

نغمة خالصة (غير مركبة) ، بسيطة

صوت يتألف من دندنة ترددية واحدة فقط

Pyramidal Tract

المجرى الهرمي

ممر رئيس لنقل الإشارات الحركية من اللحاء الحركي

Q

Quantal theory

نظرية مُحكمة

نظرية وصعها ك ن سفسر تقول بأن هناك انقطاعات مُحكمة في حرج المجرى الصوتي السمع.

R

Rarefaction	خلخللة
منطقة من الموجة بين انصعاطتين يكون فيها ضغط الوسط الناقل منخفضاً	
Rationalist	عقلاني
من يعتمد في نتائجه وحلأصاته على العقل والتفكير العقلي دون الأحاسيس.	
Real Time spectral Analyzer	محلل طيف الوقت الحقيقي
جهاز يعرض، يكشف مكونات الإشارة المركبة الترددية.	
Recency Effect	تأثير الحدائة
يميل الناس إلى تذكر آخر مفردة (أكثرها حداثة) في قائمة سحاهزية تموق تذكر المفردات الأخرى في نفس القائمة	
Rectify	تحويل
تحويل أو عكس اتجاه السضات المتناوبة تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر	
Rectus Abdominis Muscle	عضلة البطن المستقيمة
عضلة بطنية رئيسية تسير بشكل عامودي مع خط وسط الجدار الداخلي	
Recurrent Nerve	العصب الراجع (المعاود)
ذلك الفرع من العصب المبهم (العاش) الذي يعصب كل عضلات الحجرة الحقيفة ما عدا العضلة الحلقائية - الدرقية؛ ويسمى أيضاً العصب اللعومي الداخلي	
Relaxation Volume	حجم ارتخائي
كمية هوائية في الرئتين عند نهاية الزفير أو أثناء التنفس العادي؛ وذلك حجم هوائي يتساوى فيه ضغط هواء الرئتين مع الضغط الخارجي ويساوي حوالي 40% من السعة الحيوية.	
Resonance	رنين
استجابة مذبذمة لقوة فاعلة	
Restricted code	رمز (شيفرة) محددة
مصطلح برنشتاين لكلام أولئك الذين يعترضون أن المستمع مُلمّ بالسياق.	

Retro Flex انثناء خلفي - انحناء خلفي
انحناء رأس اللسان نحو الخلف بشكل عمودي في إصدار /R/ في الإنجليزية الأمريكية.

Reverberate تردد ارتداد
أن يعكس الصوت عدة مرات، كالموجات الصوتية من جدران فراغ محصور (محدد)

Ribs أضلاع
أثناء عشر زوجاً من العظام تمتد بشكل بطني من الفقرات الصدرية الأثني عشر وتطوق الصدر.

Right-Far Advantage ميزة الأذن اليمنى
يحدد المستمعون عادة المسبة المقلد إلى الأذن اليمنى بشكل أدق أو أصح من ذلك المقلد إلى الأذن اليمنى في اختبارات السمع الثنائية.

S

Scalenus Medius Muscle العضلة الأخرمية الوسطى
أحدى ثلاث أزواج من العضلات على كل طرف من العنق، تنصرف من الأعلى، ويمكنها أن ترفع الضلع الأول من أجل التنفس.

Scapula لوح منبسطة مثلثي الشكل يكون قفا الكتف
Section قسم

نوع خاص من الطيف يظهر الطيف السعوي لقسم يستمر وقتاً صغيراً للغاية من الإشارة

Semantics علم دلالات الألفاظ وتطورها
دراسة المعاني، وتطور معاني الكلمات.

Semicircular Canals قنوات نصف - دائرية
انظر النظام الدهليزي.

Sensory حسي (عصب)
عصب ثانوي ينقل نبض من عضو حسي نحو الجهاز العصبي المركزي يسمى أيضاً بالعصب الصادر.

Serratus postextior superior muscce العضلة الخلفية - العلوية المستنة .

عضلة تمتد بشكل مائل نحو الأسفل والجانب من القسم العلوي من منطقة الصدر من العمود الفقري الى الحدود العليا من الأضلاع العليا التي ترتفع اثناء التنفس .

Servo mechanism آلية تحكم أوتوماتيكي

آلة أوتوماتيكية تقوم بتصحيح تنفيذها أو إداءها نفسها

Sibilants الأصوات الصفرية

الأصوات الكلامية الاحتكاكية العالية الترددات ك /s/ أو /ʃ/ وقريبتها المجهوران .

Simple harmonic Motion حركة توافقية بسيطة

حركة دورية تذبذبية حيث تتناسب كمية أو مقدار التحريك من نقطة التوازن مع القوة التي تحاول اعادةها الى نقطة أو وضع التوازن .

Sine wave موجة جيبية

ذبذبة جيبية تمثل نفس التمثيل الهندسي لدالة جيبية .

Software مصطلح في برمجة الحاسوب

Sone السون (وحدة قياس الجهارة)

وحدة قياس الجهارة تساوي نغمة ترددها كيلوهرتز واحد و جهارة قدرها 40 ديسبل فوق عتبة السمع المطلقة (وحدة للجهارة تساوي جهارة نغم بسيط يبلغ تردده 1000 هرتز، وتساوي سوية ضغطه الصوتي 40 ديسبل فوق عتبة السمع المطلق أي: 0,0002 ميكروبار)

Sound الصوت

الاحساس الناتج عن اثارة أعضاء السمع بواسطة ذبذبات تنقل عبر الأذن أو أي وسط آخر .

Sound pressure level مستوى الضغط الصوتي

قيمة بالديسبل تساوي 20 ضعف اللوغارتم بالقاعدة 10 لنسبة ضغط الصوت قيد الدرس الى ضغط مربعي، إن الصغوط المرجعية الشائعة الاستعمال هي 0,0002 ميكروبار أي $\frac{0,0002}{\text{اسم}^2}$ داين .

Sound spectrogram	الطيف الصوتي
	النسخة الصلبة التي يصورها راسم طيف صوتي.
Sound spectrograph	راسم طيف صوتي
	جهاز ينتج نسخة صلبة للإشارة، يمثل فيها التردد على المحور الاحداثي، الصادي، والزمن على المحور السبي، ويشار الى الشدة بالظلمة النسبية -
Sound wave	موجة صوتية
	موجة طولية في وسط مرن، تصدر الموجة إحساساً مسموعاً.
Source function	الوظيفة الأساسية
	أصل القدرة السمعية في الكلام، فهي الحال الصوتية في حالة الصوائت، أما في الصوامت غير لمجهورة في المجري الصوتي والصوامت المجهورة فهي الحال الصوتية والمجري الصوتي نفسه.
Spasticity	شلل
	انقراض لا إداري في عضلة أو مجموعة عضلات يسفر عن حالة من التصلب أو القساوة.
Speech perception	إدراك الكلام
Spinal Nerves	أعصاب الحبل الشوكي
	واحد وثلاثون عصباً على هيئة ارواح تخرج من الحبل الشوكي وتعصب بناء الجسم بالأعصاب (انظر الملحق - 3 - للتوضيح).
Spirometry	مقياس هواء التنفس
	جهاز لقياس حجم الهواء الممكن إدخاله أو إخراجة من الرئتين.
Spoonerism	السيونية
	تبادل بين الصوت الأول في كلمتين (أو أكثر) في عبارة سميت على اسم مكتشفها وليام . أ . سپور.
Stapedius Muscle	العضلة الركابية
	عضلة تغير حركة العظم الركابي في النافذة الدهليزية.
Stapes	العظم الركابي
	العظم الداخلي من العصميات الأديبة السمعية الثلاث

Sternocleidomastoid Muscle	العضلة القصبية الترقوية الحشائية
عضلة مزدوجة تسير موازية عبر الرقبة وتساعد في التنفس المقصور من خلال رفع عظم القص.	
Sterno hyoid muscle	العضلة القصبية - اللامية
عضلة بلعومية جوفرية تُحفص العظم اللامي والحجزة إحدى العضلات المطوقة.	
Sternum	عظم القص
Stimulus onset Asynchrony	بداية غير متزامنة للمنبه
فاصل زمني بين بدايتي منبهين قلما بشكل ثنائي.	
Stop	صوت وقف
Storage oscilloscope	كاشف اهتزازات مخزن
كاشف اهتزازات يستطيع انقاء الصورة فترة زمنية تتراوح بين عدة دقائق وعدة أيام أو إلى حين نحوها أو إزالتها قصداً لإتاحة المجال لصورة جديدة.	
Strain Gauge	مقياس الانفعال
محول يحول الأنماط الحركية إلى انماط كهربائية فولتية	
Stroboscope	غيمال
جهاز يصدر ومضات قصيرة صوتية تتردد محكم.	
Stylo glossus muscle	عضلة لسانية - ابرية
إحدى عضلات اللسان الثانوية ترفع اللسان إلى الأعلى وإلى الخلف	
Subclavius muscle	عضلة تحت - ترقوية
عضلة صغيرة مسطحة نسبياً تقع تحت الترقوة وتساعد في التنفس من خلال رفع الصلع الأول	
Subglottal air pressure	ضغط الهواء التحتتحتجري
صعط الهواء تحت الحبال الصوتية	
Superior constrictor muscle	العضلة العليا القابضة
أعلى ثلاث عضلات بلعومية قابضة تتصرف لتصيق الحجزة أثناء البلع يمكن أن تساعد في الأحلاق اللعوي - الأنفي أثناء الكلام	

المضلة الطولية العليا Superior longitudinal Muscle

عصلة لسانية - جوهريّة تعمل في لف قمة اللسان نحو الأعلى

سمات فوققطعية Supra segmental Features

تتوضع فوق الوحدات الكلامية، حيث يُدّل على المعنى بواسطة السرة، والوصل،

والتعيم

صامت مقطعي Syllabic consonant

صامت يشمل مكان نواة المقطع

نوى المقطع Syllabic nuclei

أقسام المقطع الصوتية الثابتة الحالة سيباً

مقطع Syllable

وحدة كلامية تتألف من صائت بمفرده أو مصافاً إليه صامت أو أكثر

اشتباك عصبي Synapse

المكان الذي يحتل فيه المحور العصبي لعصبون ما بفصينان عصبون آخر أو تحلية

حسدية ويؤثر فيها

الاستعجا Santagma

العبارة الكلامية غير المنقطعة

علم النحو (اصول التركيب) Syntax

مجموعة القواعد اللازمة لتركيب تعابير أو جمل مسموح بها في لغة معينة

T

اللوح الأملس، العقل قبل تلقيه أية انطباعات خارجية Tabula rasa

غشاء ساتر، غشاء سقفني Tectorial membrane

غشاء لزج يقطر عصو كورثي

قالب، نمط، معيّنة Template

الفص الصدغي Temporal Lobe

القسم السفلي الجانبي من نصف المخ، يقع تحت فطر سيلفيوس.

Tense	مشدودة (صوائت)
	صفة صوتية للصوائت الصاعدة بموقع لسان مرتفع نسبياً بالمقارنة مع الصوائت الرخوة وفترات أطول
Tensor palatini muscles	المضلات الوترية الخنكية
	عضلات تفتح القناة السمعية، ويمكن أن توتر الحنك الرخو
Tensor tympani	العضلة الموترة للقطلة
	عضلة توتر غشاء الطبل
Thalamus	المهاد
	مادة سنجابية تقع في قاعدة المخ، يعتقد أنها مهمة في الكلام
Thoracic nerves	الأعصاب الصدرية
	اثنا عشر زوجاً من الأعصاب الشوكية تخرج من أجزاء الحبل الشوكي في منطقة الصدر
Thorax	الصدر
	ذلك القسم من الجسم بين الرقبة والطن، يفصله عن البطن الحجاب الحاجز.
Thyro arytenoid muscle	العضلة الدرقية - الطرجهارية
	عضلة بلعومية جوهريّة تقصر وتوتر الحبال الصوتية، تتألف من أجزاء حارحية وأخرى داخلية، وتتألف قسماً من الحبال الصوتية
Thyroid	الغضروف الدرقي
	غضروف تحجري كبير على هيئة فوقعة أكبر العصاريب الخنجرية عند الإنسان، يكون تفاحة آدم.
Thyroid muscle	العضلة الدرقية - اللامية
	عضلة تتأصل في حاشي الغضروف الدرقي وتعمس في قرن العظم اللامي الكبير. تعصها الأعصاب الرقية العليا وتعمل على رفع وتغيير شكل الحنجرة
Tidal volume	الحجم المتي
	كمية اهواء التي تستشق وتطرد عادة في دورة تنفسية واحدة.
Torque	عزم الدوران
	قوة دوران تستخدم للدلالة على حلّ أوهك الأقسام الغضروفية في الأصلاع

Trachea	الرغامى
القنطرة الهوائية . ابواب من عضاريف على هيئة نعل فرس تصل حتى الرئتين	
Tragus	وتدّه
التوء الموجود أمام فتحة الأذن الخارجية، زعنفة غضروفية صغيرة تغطي فتحة قناة الأذن الخارجية.	
Transfer Function	الوظيفة التحويلية
اسهام رين المجرى الصوتي في تحويل الوظيفة الأساسية (دببة الجبال الصوتية) الى الأصوات الكلامية الناتجة.	
Transient	عابر، زائل، مؤقت
زائل، حدث سمعي قصير المدى	
Transillumination	إضاءة عابرة
طريقة لقياس الفتحة المرارية بطريقة غير مباشرة	
Transition	تحول، انتقال
تحول، انتقال في تردد التشكيل الموجي المميز.	
Transverse arytenoid muscle	العضلة الطرحهارة المستعرضة
Transverse muscle of the tongue	عضلات اللسان المستعرضة
عضلات لسانية جوهرية تعمل في تضيق جسم اللسان.	
Transverse waves	موجات عرضانية
نموذج موجي تكون فيه حركة الجزيئات عمودية مع حركة الموجة.	
Transversus abdominis muscles	عضلات بطنية مستعرضة
عضلات بطنية تمتد أفقياً عبر الجدران.	
Travelling wave theory	نظرية الموجة المرتحلة
نظرية تقول بأن القوقعة الأذنية تحلل الاشارات السمعية القادمة إلى مكوباتها الموجية المرتحلة.	
Two-point discrimination	تمييز بنقطتين
المقدرة على تمييز نقطتين متشابهتين شكل كبير على أنهما منفصلتان	

Tympanic Membrane

العشاء الطبلائي

عشاء الطبلة، عشاء ليمي ي نهاية القناة الأذنية الخارجية. تنقل استجابته إلى عظيمات الأذن الوسطى

U

Ultra sound

فوق دصوتي

موجات فوق صوتية (فوق الترددات المسموعة بشرياً). طريقة في قياس الحركة تقوم على قذف بناءً لو تركيب موجات فوق صوتية.

Uncanditioned stimulus

منبه، حافظ غير مشروط

حافز يحدث استجابة بشكل طبيعي في التكيف الكلاسيكي وهو مسحوق اللحم الذي يثير أو يسب سيلان اللعاب في تجربة بافلوف

Uvula

اللهاة

كتلة لحمية صغيرة تتعلق من مؤخرة الحنك الرخو

V

Velocity

سرعة

تغير المكانة على محور الزمن

Velo pharyngeal closure

الأغلاق البلعوي - الأنفي

اعلاق الممرات الأنفية من التجويف الأنفي بواسطة رفع اللهاة مقابل البلعوم

Velo pharyngeal port

الميناء البلعومي - الأنفي

الممر الذي يصل التجويف الأنفية بالتجويف الأنفي.

Velum

الحنك الرخو

Ventricular folds

الحبال الصوتية الكاذبة

الثيايا الواقعة فوق الحبال الصوتية الصحيحة.

verbal transformation

تحول لفظي

تعيرات في الإدراك السمعي للفظ متكرر

Vertebrae

فقرات

فقرات العمود الفقري

عضلات رأسية	Vertical muscles
الياف عضلات لسانية جوهرية تعمل على بسط اللسان.	
نظام دهليزي	Vestibular system
ثلاث قنوات في الأذن الداخلية تحتوي على أعضاء حس التوازن.	
دهليز	Vestibule
التجويف المركزي للتحية العظمي في الأذن تجويف يقع عند مدخل القوقعة الأذنية، يحتوي على القرية والكيس؛ وهي أعضاء تستجيب للتسارع الخطي	
السعة الحيوية	Vital capacity
الحجم الهوائي الكامل الذي يمكن طرده من الرئتين بعد شهيق عميق	
صرير صوتي	Vocal fry
أسلوب صوتي تهتز فيه الحبال الصوتية بتردد منخفض جداً بحيث يمكن سماع كل ذبذبة من دذبذبات الحبال الصوتية بمفردها	
المجرى الصوتي	Vocal tract
كامل التجاويف الواقعة فوق الحنجرة وتستخدم كمرنان متحول: وتضم التجاويف الفمية، والوجنية، والبلعومية والأنفية.	
العضلة الصوتية	Vocalis muscle
الجزء الداخلي من العضلة الدرقية - الطرجهارية؛ الجزء المختصر من الحبال الصوتية	
بداية استهلال الجهر.	Voice onset time (Vot)
الفاصل الزمني بين تحرير صوت الوقف الانفجاري - مجهور أو غير مجهور - وبداية جهر الصائت اللاحق.	
صوت (جهر)	Voicing
إصدار الصوت عن طريق ذبذبة الحبال الصوتية.	
نظرية الرشق العصبي	Volley Theory
تنقل المعلومات الترددية مباشرة من خلال إطلاق العصومات. وفي حال كون الترددات أعلى من مقدرة إطلاق العصومات منفردة، تتعاون، عندئذ، فيما بينها.	
مقياس القولط	Voltmeter
جهاز يستخدم في قياس قوة حركة كهربائية مقاسة بالقولط.	

W

Wade test	اختبار أمثال الصوديوم
	اختبار يجري في تحديد أي من قسمي الدماغ هو المتخصص في اللغة
Watt	الواط
	وحدة قياس القدرة الكهربائية مساوية الى واحد جول في الثانية.
Wave form	شكل الوجه
	تمثيل صوري لحدث اهتزازي يظهر السعة كذالة في الرسم، في نقطة ثابتة مكانياً.
Wave length (λ)	طول الموجة
	المسافة الفراغية التي تحتلها دورة واحدة
White matter	المادة السنجابية
	مواد سحابة في الجهاز العصبي المركزي
Whorlian hypothesis	نظرية وورف

نظرية تقول بأن اللغة تقرر الى حد ما طريقة تفكير المرء

Z

مصطلح هتلمي للونين المضاد



13

7

7

4

1

7

11

1

7

الفهرس

5	.....	الاهداء
6	.....	توطئة
7	.....	تقديم

الفصل الأول

13	.....	الكلام واللغة والعكر
14	.....	الكلام
15	.....	اللغة
17	.....	العكر
18	.....	العكر من دون لغة
19	.....	العكر واللغة
20	.....	واللغة والكلام كناقل للعكر
22	.....	تطور اللغة والكلام
23	.....	نظرية التعليم واللغة نظرية التعلم واللغة
25	.....	نظرية الفطرة
26	.....	الكفاءة اللغوية
29	.....	من العكر إلى الكلام
36	.....	مراجع الفصل الأول

الفصل الثاني

38	.....	رواد علم الكلام
39	.....	هيرمان فون هيلمهولتر
39	.....	الصفات السمعية الكلام
42	.....	هيري سويت
42	.....	الصوتيات السمعية
43	.....	الكسندر جراهم بيل

43	تعليم الصم
45	هومر و دادلي
45	التركيب الإلكتروني للتكلم المستمر
48	مرانكليز كور، ألفس برمان ويبيير ديلائرة إدراك
48	إدراك الكلام وقارئة النمط
51	ومنذ ذلك الحين
54	مراجع الفصل الثاني

الفصل الثالث

55	السمعيات
56	النفمة السليطة مثال للحركة التناغمية السليطة
59	التمثيل بالأرجوحة: مثال عن تضائل السرعة في الحركة التناغمية السليطة
61	حركة الجرن في الصوت
63	حركة موجة الصمط في الصوت
67	المكونات الأساسية للصوت
68	أنماط التداخل
70	النفمات المركبة
72	التوافقيات: سمة النفمات المركبة الدورية
75	الإشارات المركبة اللادورية
76	التردد وطبقة الصوت
78	الدلسيل: مقياس الشدة السلية
84	الشدة والجهارة
86	سرعة الصوت في الفضاء الخارجي
87	طول الموجة
89	الرنين
92	الصوتيات السلية والكلام
93	مراجع الفصل الثالث

الفصل الرابع

94	إصدار الكلام
96	أسس الكلام العصبية ..
98	الدماغ ...
99	العصون
104	تحكم الجهاز العصبي بالكلام ..
113	السيورية دليل التخطيط القلي
115	التنفس
115	تحويل التيار الهوائي من أجل الأصوات الكلامية ..
118	تنفس الضغط السلي ..
120	آلية التنفس
122	الشهيق ..
122	الشهيق الهادي ..
126	أثناء الكلام
127	الزفير
129	في الصوت الدائم
133	أثناء الكلام
140	التنطق
140	تحويل الضغط الهوائي إلى صوت ..
141	نظرية التصويت التحريكية المرنة ..
143	هيكمل الحنجرة العام ..
147	صبط (تعديل) الحال الصوتية أثناء الكلام
148	الصوامت غير المجهورة
150	الأصوات الكلامية المجهورة ..
153	الضغط الهوائي التحتجري ..
155	مبدأ (تأثير) برولي ..
157	قيدنة الحال الصوتية ..
159	التردد الأساسي ..
162	جرس الصوت
165	العلاقة بين التردد والشدة

166	.....	الخلاصة
169	.....	النقط والرنين
196	..	المجرى الصوتي: برمان متغير ومصدر صوتي
170	..	الأصوات المصدرة
171	.....	الأصوات المركبة
172	.....	علاقات المجرى الصوتي المركبة
173	.....	التجويف العمي
175	.....	اللهاة
175	.....	اللسان
177	.....	الشعاع
178	.....	النظرية السمعية لإصدار الصوائت
179	.....	ربين أنبوب مفتوح من أحد طرفيه
180	..	ربين المجرى الصوتي عند الرجل
184	.....	الصوائت. / ɛ / ɛ / ɔ / ʊ /
185	.....	الصائت الأمامي غير المدور
187	.....	الصائت الخلفي المحمص / ɔ /
189	..	الصائت الحلقي العالي غير المدور / ʊ /
190	.....	مثلث الصوائت
192	.....	تأثير حجم المجرى الصوتي
193	.....	العلاقة بين السمعيات وعلم وظائف الأعصاب
197	.....	الصوائت المشدودة والصوائب الرخوة
198	.....	إصدار الصوائت الثابتة
199	.....	إصدار أصناف الصوائت
203	.....	المنياء الأنفي اللمومي (تحويل المجرى الصوتي)
208	.....	إصدار الأصوات الأنفية
211	.....	المجرى الصوتي مصدراً للصوت
211	.....	أصوات الوقف (الانفجاريات)
217	.....	الاحتكاكيات
223	.....	أصوات الوقف الاحتكاكية

224	..	الأصوات الكلامية الانجليزية
226	.	التأثير الصوتي
226	..	التكليف (التطويع)
229	..	المماثلة
229	...	النطق المشترك (تكليف بطني)
231	..	السمات فوق القطعية (النظمية)
233	..	البر
234	..	التعيم
236	.	الفترة (الأمد) والوصل
237	..	الأصوات الكلامية العربية
237	..	الشعوية
238	..	الشعوية - السية
238	..	السية
238	..	السية - اللثوية
239	..	اللثوية
239	..	اللثوية - الحيكية
240	..	الحكية اللبية
240	..	اللهوية
241	..	الحلقية
241	.	الحصرية
242	..	طريقه النطق
242	..	أصوات الوقف
242	..	الوقف - الأمي
243	..	الوقف - الممي
243	..	الاحتكاكيات
244	..	الوقف - الاحتكاكية
244	..	الجانبى المجهور
244	..	تكراري - مجهور
245	..	إصدار أنصاف - الصوائت في العربية

245	البياء [فأ]
246	الواو [فأ]
246	إصدار الصوائت العربية
246	الكسرة القصيرة [ة] والطويلة [ة]
247	الفتحة المحضة (القصيرة والطويلة)
248	الضمة المحضة (القصيرة والطويلة)
250	آليات التغذية الإرجاعية ..
251	التغذية الإرجاعية السمعية
245	التعددية الإرجاعية الموصعية
256	التغذية الإرجاعية الذاتية
260	التعددية الإرجاعية الداخلية
262	البحوث المتقدمة حول آليات التغذية الإرجاعية ..
263	نماذج إصدار الكلام
264	بيترسون وشوب: الصوتيات الفيزيولوجية والسمعية
265	شومسكي وهالي: السمات المميزة ..
267	برمان: الرمر (الشيمرة) الكلامي
269	الأهداف الكلامية: نظرية الهدف النظرية السمعية ..
270	نماذج التوقيت ..
272	نماذج التغذية الإرجاعية ..
276	إصدار جملة
285	أنموذج لإصدار الكلام
287	مراجع الفصل الرابع ..

الفصل الخامس

292	إدراك الكلام
293	المستمع ..
295	السمع ..
296	الأذن الخارجية
298	الأذن الوسطى ..

303	الأذن الداخلية
309	العصب السمعي
310	إدراك الكلام
311	دلائل سمعية في إدراك الكلام
311	الصوائت
314	الصوائت الثنائية
315	أنصاف الصوائت
317	الصوائت الأنفية
319	أصوات الوقف
328	الأحتكاكيات وأصوات الوقف - الأحتكاكية
330	دلائل للأسلوب والمكان والجهر
334	الفوقطعية
336	الإعتماد على السياق
337	الإدراك التضيفي
341	دراسات ضمن اللغة وخارجها
346	دراسات الرضع
349	الدراسات على الحيوانات
350	التحليل الصوتي والسمعي
351	دراسات التكيف
352	الإدراك التضيفي والتعليم
354	الإصدار والإدراك
357	وظائف الأعصاب في إدراك الكلام
357	التحديد الدماغى
263	الذاكرة وإدراك الكلام
265	التطور العصبي والإدراك
366	نظريات إدراك الكلام
367	النظرية النشطة (الفاعلة)
370	النظريات السلبية
373	النظرية المحكمة

375	مراجع الخامس
-----	--------------------

الفصل السادس

380	أجهزة البحث في علم الكلام
380	بحوث الملاحظة والتجربة
382	بعض الأجهزة
383	الصوتيات السمعية
383	تسجيل الكلام
387	تحليل شكل الموجة
390	التحليل الطيفي
396	الصوتيات الفيزيولوجية
397	التحليل التنفسي
401	الوظيفة الحنجيرية
407	الحركة فوق - الحنجيرية
409	النشاط العضلي
411	إدراك الكلام
411	لصق الشريط
412	محطة الإصغاء
413	استخدام الحاسوب في الصوتيات التجريبية
416	مراجع الفصل السادس

الفصل السابع

417	نشوء اللغة والكلام
419	الإطار الاجتماعي
419	متحاثات فصيلة الانسانيات
424	شروط متطلبات الإدراك
426	لماذا الكلام
428	الإطار النفسي
428	لغة الشمبانزي

431	أغاني الطيور.....
434	لغة الأطفال.....
437	الاطار الحيوي.....
438	التخصص الدماغي.....
439	تغيرات المجرى الصوتي.....
445	حكاية محتملة.....
450	الخاتمة.....
452	مراجع الفصل السابع.....
	ملحق رقم - ١ -
453	الأبجدية الصوتية للإنجليزية الأمريكية.....
	ملحق رقم - ٢ -
454	الأعصاب القحفية الهامة في الكلام والسمع.....
	ملحق رقم - ٣ -
455	الأعصاب الشوكية الهامة في الكلام.....
456	مسرد بمعاني المصطلحات.....

